COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUIN 1875.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Vulpian*, pour remplir, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par la décès de M. *Andral*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Vulpian** prend place parmi ses confrères.

M. le **Président** donne lecture de la Lettre suivante, que lui a adressée M. Dollfus, Président de la Société Industrielle de Mulhouse.

« Monsieur le Président,

» L'Académie des Sciences que vous présidez a bien voulu se faire représenter à la fête que la Société Industrielle a préparée à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation.

» Je viens vous en adresser en son nom ses plus vifs remercîments, et vous prier de nous permettre de vous offrir un exemplaire de la médaille

commémorative que nous avons fait frapper à cette occasion, et que je vous adresse aujourd'hui.

» Je serais heureux que vous vouliez bien la considérer comme un gage des sentiments de sympathie que nous professons pour votre Compagnie, et dont je suis heureux de vous offrir une fois encore l'expression. »

ASTRONOMIE. — *Recherches astronomiques* (suite); par M. **Le Verrier.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le tome XII des *Annales de l'Observatoire*, comprenant les Tables de Jupiter et celles de Saturne.

» Les Tables de Jupiter sont fondées sur la théorie exposée dans le tome X et la première Partie du tome XI.

» Les Tables de Saturne sont fondées sur la théorie exposée dans les tomes X et XI.

» Les Tables de Jupiter représentent très-exactement l'ensemble des longues séries d'observations faites à Paris et à Greenwich pendant cent vingt années.

» Les Tables de Saturne ont été plus laborieuses à établir; elles avaient d'abord laissé subsister quelques faibles écarts entre la théorie et les observations, ainsi qu'il est exposé dans le *Compte rendu* de la séance du 23 août 1875. Mais l'ensemble du travail a été repris dans la deuxième Partie du tome XI des *Annales;* quelques corrections ont été introduites, et les Tables que nous remettons aujourd'hui à l'Académie représentent exactement toutes les observations depuis Bradley jusqu'à nos jours.

» J'ai déjà eu l'occasion de faire connaître à l'Académie que les théories d'Uranus et de Neptune étaient également complètes, susceptibles de s'étendre à un nombre indéfini d'années. Il restait à les comparer avec les observations, condition essentielle, quand on veut s'assurer de n'avoir laissé échapper aucune erreur. Cette comparaison est, dès aujourd'hui, assez avancée pour que nous soyons sûrs des résultats définitifs. Il ne reste plus à accomplir qu'un travail matériel limité pour arriver au terme que nous nous étions proposé en entreprenant une révision complète du système des huit planètes principales.

» Durant cette longue entreprise, poursuivie pendant trente-cinq années, nous avons eu besoin d'être soutenu par le spectacle d'une des plus grandes œuvres de la création et par la pensée qu'elle affermissait en nous les vérités impérissables de la Philosophie spiritualiste.

» C'est donc avec émotion que nous avons entendu, dans la dernière

séance de l'Académie française, notre illustre Secrétaire perpétuel affirmer ces grands principes, qui sont la source même de la science la plus pure.

» Cette haute manifestation restera un honneur et une force pour la Science française. Je m'estime heureux que l'occasion se soit présentée de la relever au sein de notre Académie, et de lui donner une cordiale adhésion. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation thermique de l'ozone.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. L'étude de la formation thermique de l'ozone offre un grand intérêt à cause des propriétés singulières de cette substance, isomérique avec l'oxygène, qui en est le seul élément et qui peut en être régénéré. Les conditions mêmes de cette formation ne sont pas moins remarquables, car elle a lieu sous l'influence de l'électricité, influence qui fournit si souvent l'énergie complémentaire, nécessaire à la génération des corps formés avec absorption de chaleur, tels que les oxydes de l'azote et l'acétylène. Les résultats auxquels je suis arrivé pour l'ozone ne démentent pas ces analogies.

» 2. J'ai fait passer un courant régulier d'oxygène pur et sec, d'abord à travers un tube où le gaz subissait l'influence de l'effluve électrique (décharge silencieuse), puis dans une fiole calorimétrique renfermant 500 centimètres cubes d'une solution titrée d'acide arsénieux étendu ($2^{gr},475$ par litre, plus 5 centimètres cubes d'une solution d'acide chlorhydrique concentré). Une partie de l'ozone s'y changeait en acide arsénique, avec dégagement de chaleur; le surplus s'échappait avec l'excès d'oxygène, l'absorption de l'ozone par l'acide arsénieux n'étant pas instantanée.

» Au bout de vingt à trente minutes, 6 à 9 litres d'oxygène ayant traversé le calorimètre, et l'élévation de température étant d'un tiers de degré, on cessait de donner l'effluve, et l'on poursuivait le courant d'oxygène pur, avec la même vitesse et dans les mêmes conditions, pendant vingt minutes. On avait eu soin d'ailleurs de faire la même opération pendant le même temps, avant de donner l'effluve. La température étant observée également pendant la durée de la période préalable et de la période consécutive, on possède toutes les données nécessaires pour calculer la chaleur dégagée par la transformation de l'ozone gazeux et de l'acide arsénieux étendu en acide arsénique étendu.

» La quantité même d'oxygène consommé pour cette transformation est obtenue par l'analyse de la solution arsénieuse du calorimètre. A cet effet,

je prends la liqueur primitive, j'y verse un excès très-notable de permanganate très-étendu, et je décolore par une solution d'acide oxalique étendu. On obtient ainsi des résultats très-sensibles et qui concordent à $\frac{1}{10}$ de milligramme près avec les résultats fournis par la pesée préalable de l'acide arsénieux. Mais il faudrait se garder de doser l'acide arsénieux directement par le permanganate, la limite de l'oxydation n'étant pas nette dans cette condition.

» Après l'action de l'effluve, on titre de même l'acide arsénieux restant, ce qui donne par différence l'acide oxydé par l'ozone, et par conséquent le poids de l'oxygène absorbé. Quant au poids même de l'ozone, je le calcule, d'après les expériences de M. Soret et de M. Brodie, en admettant qu'il est triple du poids de l'oxygène absorbé par l'acide arsénieux :

» 3. Voici les résultats numériques que j'ai observés :

Poids de l'oxygène absorbé.	Poids de l'ozone correspondant.	Quantité de chaleur dégagée.
mgr 30,3	gr 90,9	cal 118,2
51,9	155,7	223,7

D'où je déduis pour 8 grammes (1 équivalent) d'oxygène, c'est-à-dire 24 grammes d'ozone $= O^3$: $+ 31^{Cal},4$ et $+ 34,4$: la moyenne est $+ 32^{Cal},9$. Mais j'adopterai de préférence la valeur $+ 34,4$, obtenue dans les conditions expérimentales les plus précises et qui me paraît dès lors plus voisine de la vérité.

» Or, la chaleur dégagée par l'oxydation de l'acide arsénieux étendu au moyen de l'oxygène libre, déterminée par voie indirecte, a été trouvée :

Par M. Favre	$+ 19,55$	Moyenne........	$+ 19,6$
Par M. Thomsen.......	$+ 19,59$		

» En la retranchant du nombre $+ 34,4$, on trouve $+ 14,8$ pour la chaleur dégagée par la métamorphose de l'ozone en oxygène ordinaire, c'est-à-dire $- 14,8$ pour la chaleur dégagée par la formation de l'ozone,

$$3O = (O^3);$$

soit, pour un atome,

$$3\Theta = (\Theta^3) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -29,6.$$

» Ce nombre l'emporte de moitié, en valeur absolue, sur la chaleur absorbée dans la formation du même volume gazeux du protoxyde d'azote : $Az^2 + O^2 = Az^2O^2$ absorbe $- 18$; et du gaz hypochloreux : $Cl^2 + O^2 = Cl^2O^2$ absorbe $- 18$. C'est les deux tiers de la chaleur con-

sommée dans la formation du bioxyde d'azote : $Az + O^2 = AzO^2$ absorbe — 43,3.

» En me bornant aux gaz formés par synthèse directe sous l'influence de l'électricité, j'ai trouvé :

$O^4 + O^2 = (O^6)$ [4 volumes]............ — 29,6 (effluve ou étincelle),
$O^4 + Az = AzO^4$ » .... — 24,3 (étincelle),
$C^4 + H^2 = C^4H^2$ » .... — 64 (arc électrique),

nombres qui mettent en évidence la grandeur du travail fourni par l'électricité dans l'accomplissement des synthèses chimiques.

» L'ozone est donc un corps formé avec absorption de chaleur; il dégage cet excès de chaleur dans les oxydations, ce qui rend compte de son activité supérieure à celle de l'oxygène ordinaire. Cet excès de chaleur ou d'énergie a été emmagasiné sous l'influence de l'électricité : excès remarquable encore, parce qu'il s'agit de la formation d'un corps plus condensé que son générateur, la condensation dégageant en général de la chaleur dans les réactions ordinaires au lieu d'en absorber, comme elle le fait ici.

» C'est d'ailleurs le premier et, je crois, le seul exemple avéré d'un gaz simple, susceptible de présenter deux modifications isomériques distinctes dans l'état gazeux. On voit que les propriétés thermiques de l'oxygène sous ses deux états correspondent avec leur mode de formation et leurs propriétés thermiques. »

CHIMIE. — *Sur l'absorption de l'azote libre par les matières organiques à la température ordinaire.* Note de M. **Berthelot**.

« J'ai trouvé que l'azote libre est absorbé, à la température ordinaire, par les composés organiques, sous l'influence de l'effluve électrique (décharge silencieuse).

» L'expérience est très-nette avec la benzine : 1 gramme de benzine absorbe en quelques heures 4 à 5 centimètres cubes d'azote, la majeure partie demeurant inaltérée. La réaction s'opère principalement entre la benzine électrisée, en vapeur ou sous forme de couches liquides très-minces, et le gaz azote. Elle donne lieu à un composé polymérique et condensé, qui se rassemble à l'état de résine solide, à la surface des tubes de verre à travers lesquels la décharge s'effectue. Ce composé, chauffé fortement, se décompose avec dégagement d'ammoniaque. Mais l'ammoniaque libre ne préexiste, ne se forme par l'effluve, ni à l'état dissous dans l'excès de benzine, ni dans les gaz; ces derniers renferment d'ailleurs un peu

d'acétylène, lequel apparaît constamment dans la réaction de l'effluve sur les carbures d'hydrogène.

» L'essence de térébenthine a donné lieu aussi à une absorption d'azote, plus lente à la vérité dans les mêmes conditions, et il s'est également produit un corps résineux condensé, dont la décomposition pyrogénée dégage de l'ammoniaque.

» Le gaz des marais se comporte de même; il se forme à la fois (en petite quantité) un produit azoté solide très-condensé (qui dégage de l'ammoniaque par la chaleur), et de l'ammoniaque libre, qui demeure mêlé avec les gaz non condensés.

» Avec l'acétylène, le produit principal est la substance polymérique découverte par notre confrère M. Thenard, dont j'ai eu l'occasion de répéter les remarquables expériences. L'azote ne forme pas d'acide cyanhydrique, résultat qui contraste avec l'abondante formation de ce composé sous l'influence de l'étincelle. Cependant le produit condensé qui dérive de l'acétylène, étant détruit par la chaleur, dégage, vers la fin, quelques traces d'ammoniaque.

» Je ne multiplierai pas ces indications, me réservant d'y revenir lorsque j'exposerai les résultats nouveaux que j'ai observés sur l'absorption de l'hydrogène par les matières organiques, sous l'influence de l'effluve et dès la température ordinaire. Je ferai seulement observer que cette absorption de l'azote par les matières organiques, dès la température ordinaire, est des plus intéressantes. Il n'est guère douteux que des phénomènes analogues (accompagnés par une absorption d'oxygène) ne doivent se manifester en temps d'orage et même toutes les fois que l'air est électrisé, ce qui est après tout son état normal : dans ces conditions, les matières organiques en contact avec l'air absorbent très-probablement, et cela d'une manière incessante, quelques doses d'azote et d'oxygène. Peut-être même cette absorption d'azote et d'oxygène, jointe aux condensations moléculaires et aux autres changements chimiques développés au sein des tissus sous l'influence de l'effluve électrique, donne-t-elle lieu à des modifications physiologiques correspondantes, qui joueraient un certain rôle dans ces malaises singuliers, manifestés au sein de l'organisme humain pendant les orages.

» Sans nous arrêter davantage sur un point particulier, insistons cependant d'une manière générale sur cette nouvelle cause de fixation de l'azote atmosphérique dans la nature. Elle engendre des produits azotés condensés, de l'ordre des principes humiques, si répandus à la surface du globe. Quelque limités que les effets en soient à chaque instant et sur chaque

point de la superficie terrestre, ils peuvent cependant devenir considérables en raison de l'étendue et de la continuité d'une réaction universellement et perpétuellement agissante. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'origine des ferments organisés;* par M. L. PASTEUR (1).

« Dans le courant de cette année, il a paru deux brochures ayant pour objet la génération des organismes inférieurs.

» La première est de M. Fremy. Notre savant confrère paraît s'être proposé seulement de résumer sous une forme nouvelle la part qu'il a prise à la discussion qui eut lieu sur l'origine des ferments en 1871-1872, devant cette Académie.

» M. Fremy, au cours de la discussion, avait annoncé un long Mémoire rempli de faits. J'ai été personnellement très-déçu à la lecture du Traité de M. Fremy. Outre que dans l'ouvrage dont il s'agit mes expériences et les conséquences que j'en ai déduites sont présentées le plus souvent d'une manière qu'il ne m'est pas permis d'accepter, M. Fremy se borne à déduire *a priori* de son hypothèse favorite une suite d'opinions appuyées sur des ébauches d'expériences dont, à mon avis, aucune n'est amenée à l'état de démonstration. Et pourtant, quoi de plus clair que l'objet du débat? Je soutiens, par des expériences qui n'ont pas été contestées, que les ferments organisés vivants proviennent d'êtres également vivants et que les germes de ces ferments sont en suspension dans l'air ou à la surface extérieure des objets. M. Fremy prétend que ces ferments se forment par la force de l'hémiorganisme s'exerçant sur les matières albuminoïdes au contact de l'air.

» Précisons par deux exemples :

» Le vin est fait par une levûre, c'est-à-dire par de petites cellules végétales qui se multiplient par bourgeonnement. Suivant moi, les germes de ces cellules pullulent à l'automne à la surface des grains de raisin et du bois de leurs grappes. Les preuves que j'en donne ont la clarté de l'évidence. Suivant M. Fremy, les cellules de levûre naissent, par génération

---

(1) Cette Note est extraite d'un ouvrage qui paraîtra à la librairie Gauthier-Villars, le 17 du mois courant, ayant pour titre : *Études sur la bière; ses maladies; causes qui les provoquent. Procédé pour la rendre inaltérable. Avec une théorie nouvelle de la fermentation*, par M. L. Pasteur.

spontanée, c'est-à-dire par la transformation des matières azotées contenues dans le suc du raisin dès qu'on expose ce suc au contact de l'air.

» Du sang coule d'une veine, il se putréfie et se remplit promptement de bactéries ou de vibrions. Suivant moi, les germes de ces bactéries et de ces vibrions ont été apportés par les poussières en suspension dans l'air ou répandues à la surface des objets : poussières sur le corps de l'animal sacrifié, poussières sur les vases employés, etc. M. Fremy prétend, au contraire, que ces bactéries ou ces vibrions sont nés spontanément, parce que l'albumine, la fibrine du sang, ont en elles-mêmes une demi-organisation qui fait que, au contact de l'air, elles se transforment spontanément en ces petits êtres si agiles.

» M. Fremy prouve-t-il son opinion? En aucune manière; il se borne à affirmer que les choses sont ce qu'il dit qu'elles sont. Sans cesse, il parle de l'hémiorganisme et de ses effets; nulle part on ne trouve une preuve expérimentale à l'appui de son affirmation. Il y a cependant un moyen bien simple de prouver l'hémiorganisme, et sur lequel, M. Fremy et moi, nous sommes tout à fait d'accord. Ce moyen consiste à retirer des portions de jus de raisin, de sang ou d'urine, etc., de l'intérieur même des organes qui renferment ces liquides, en évitant seulement le contact des poussières de l'air ou de celles des objets. Dans l'hypothèse de M. Fremy, ces liquides doivent nécessairement fermenter en présence de l'air pur. Pour moi, c'est l'inverse qui doit avoir lieu. Voilà bien l'expérience décisive et cruciale entre les deux théories. M. Fremy ne conteste pas qu'il y a là, entre nos opinions, un *criterium* de la vérité. Or j'ai publié, le premier, des expériences instituées d'après cette méthode si probante, en 1863 et en 1872. Le résultat a été celui-ci : dans les vases pleins d'air, mais d'air privé de ses poussières, le suc de raisin n'a pas fermenté, c'est-à-dire n'a pas donné les levûres du vin ; le sang ne s'est pas putréfié, c'est-à-dire qu'il n'a donné ni bactéries ni vibrions; l'urine n'est pas devenue ammoniacale, c'est-à-dire qu'elle n'a fourni aucun organisme. Nulle part, en un mot, la naissance de la vie ne s'est manifestée.

» En présence d'arguments aussi irrésistibles, M. Fremy répète que ces résultats, qu'il déclare être accablants pour sa théorie, s'expliquent cependant par cette circonstance que l'air de mes vases, pur au début, se modifie tout de suite chimiquement au contact du sang, de l'urine, du jus de raisin, que l'oxygène est changé en acide carbonique, et que, dès lors, l'hémiorganisme ne peut plus exercer sa puissance. Je suis fort surpris de cette affirmation, car M. Fremy ne peut ignorer que, dès 1863, j'ai donné des analyses de

l'air de mes vases après que ceux-ci furent restés stériles pendant plusieurs jours, pendant dix, vingt, trente et quarante jours, aux plus hautes températures de l'atmosphère, en présence de l'oxygène, souvent même dans des proportions presque identiques à celles où on le trouve dans l'air atmosphérique (1). Pourquoi M. Fremy n'a-t-il pas cité ces analyses? C'était le point capital, essentiel. D'ailleurs, si M. Fremy veut contrôler la vérité de son explication, il a un moyen simple de rétablir la pureté de l'air dans les vases au contact des liquides, c'est de faire passer un courant lent et continu d'air pur, jour et nuit, dans ces vases. Or cela je l'ai fait cent fois et j'ai reconnu que la stérilité des liquides putrescibles ou fermentescibles reste entière.

» L'hémiorganisme est donc une hypothèse absolument insoutenable.

» Je serais heureux que la rigueur de mes études, sur le point dont il s'agit, pût trouver grâce devant M. Fremy et qu'il leur accordât la faveur qui ne leur manque pas à l'étranger. De l'autre côté du Rhin, y a-t-il aujourd'hui une seule personne qui soutienne les opinions de Liebig dont l'hémiorganisme de M. Fremy n'est qu'une variante?

» La seconde publication dont j'ai à entretenir l'Académie est du célèbre physicien anglais, M. John Tyndall. Elle a été lue à la Société Royale de Londres, dans la séance du 13 janvier de cette année.

« L'extrait suivant d'une Lettre que M. Tyndall m'a fait l'honneur de m'écrire, à la date du 16 février dernier, fait connaître à quelle occasion ont été entreprises les recherches de l'illustre successeur de Faraday à l'Institution royale :

« Pendant ces dernières années, un certain nombre d'ouvrages portant les titres de : *Les commencements de la vie; l'évolution* ou *l'origine de la vie*, etc., » ont été publiés en Angleterre par un jeune médecin, le Dr Bastian. Le même auteur a aussi publié un nombre considérable d'articles dans diverses revues et journaux. La manière très-circonstanciée avec laquelle il décrit ses expériences et le ton d'assurance avec lequel il avance ses conclusions ont produit une impression immense sur le public anglais comme sur le public américain. Ce qu'il y a de plus grave, au point de vue pratique, c'est l'influence que ces écrits ont exercée sur le monde médical. Il a attaqué vos travaux avec une grande vivacité, et, bien qu'il n'ait produit qu'une légère impression sur ceux qui les connaissent à fond, il en a produit une très-grande, et j'ajouterai très-fâcheuse sur les autres.

» La confusion et l'incertitude ont fini par devenir telles, qu'il y a six mois j'ai pensé que ce serait rendre service à la Science, en même temps que justice à vous-même, que de soumettre la question à une nouvelle investigation. Mettant à exécution une idée que j'avais

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LVI, p. 734, année 1863.

eue il y a six ans, et dont les détails sont indiqués dans l'article du *British medical Journal*, que j'ai eu le plaisir de vous envoyer, j'ai parcouru une grande partie du terrain sur lequel s'était établi le D[r] Bastian, et réfuté, je crois, beaucoup des erreurs qui avaient égaré le public.

» Le changement qui s'est opéré dès lors dans le ton des journaux de médecine de l'Angleterre est tout à fait digne de remarque, et j'incline à penser que la confiance générale du public dans l'exactitude des expériences du D[r] Bastian a été considérablement ébranlée.....

» Je suis dans l'intention de poursuivre ces recherches jusqu'à ce que j'aie dissipé tous les doutes qui ont pu s'élever au sujet de l'inattaquable exactitude de vos conclusions.... »

» Je n'ai pas besoin de dire la vive satisfaction que j'ai éprouvée à la lecture de cette Lettre, en apprenant que mes études venaient de recevoir l'appui des investigations d'un savant, renommé par sa rigueur expérimentale autant que par la brillante et pittoresque clarté de tous ses écrits. La récompense, comme l'ambition du savant, est de conquérir l'approbation de ses pairs ou celle des maîtres qu'il vénère.

» M. Tyndall a observé ce fait remarquable que, dans une caisse dont les parois sont enduites de glycérine, et dont les dimensions variables pourraient être très-grandes, toutes les poussières en suspension dans l'air de la caisse tombent et viennent se fixer sur la glycérine, dans un intervalle de quelques jours. L'air de la caisse se trouve alors aussi pur que celui de nos ballons à deux tubulures. En outre, un faisceau de lumière peut indiquer le moment où cette pureté est obtenue. M. Tyndall a prouvé, en effet, que le faisceau est visible, pour un œil rendu sensible par un court séjour dans l'obscurité, tant qu'il existe des poussières flottantes propres à réfléchir ou à diffuser la lumière et qu'il devient, au contraire, tout à fait obscur et invisible quand l'air a laissé tomber entièrement ses particules solides. A ce terme, qui arrive promptement (en deux ou trois jours, pour une des caisses dont s'est servi M. Tyndall), on constate que des infusions organiques quelconques se conservent dans les caisses sans éprouver la moindre altération putride, sans donner naissance à des bactéries. Celles-ci pullulent, au contraire, dans de semblables infusions après un intervalle de deux à quatre jours, si les vases qui les contiennent sont exposés à l'air qui entoure les caisses. »

M. **Fremy**, à la suite de la Communication de M. Pasteur, prononce les paroles suivantes :

« Je ne répondrai pas à M. Pasteur, parce que les arguments qu'il me serait si facile de lui opposer se trouvent dans la brochure que je viens de

publier chez mon éditeur M. G. Masson, sous le titre de : *La génération des ferments ;* j'aurai l'honneur d'offrir ce travail à tous mes confrères de l'Académie, qui pourront juger, avec les pièces du débat sous les yeux, de quel côté est la vérité. »

« M. **Alph. de Candolle** communique les résultats d'une recherche qu'il a faite sur la question, dont on ne s'est pas encore occupé, de savoir si l'âge d'un arbre influe sur l'époque moyenne de l'épanouissement de ses bourgeons. Il a suivi pour cela deux méthodes.

» La première consiste à comparer des arbres d'une même espèce, déjà grands, afin que leurs branches soient à peu près à la même distance du sol, dans une même localité et la même année. N'ayant pas autour de lui de vieux arbres dans ces conditions, M. de Candolle s'est adressé aux directeurs de deux des plus anciens jardins botaniques de l'Europe, le Muséum de Paris et le jardin de Pise. M. Decaisne a bien voulu répondre, en 1875, que sur cinq pieds, très-vieux, de *Robinia, Paulownia, Catalpa, Planena* et *Stryphölobium*, il ne voyait aucune différence de feuillaison avec des individus moins âgés. M. Caruel a remarqué, au contraire, deux arbres très-vieux du jardin de Pise (*Gincko* et *Juglans*) plus hâtifs que les jeunes, et quatre autres (*Marronnier, Sophora, Tilia glabra* et *Paulownia*) plus tardifs. Ces résultats opposés permettent de croire qu'il existe une diversité selon les espèces ; mais, d'un autre côté, la méthode n'est pas sûre, à cause de la tendance, assez souvent observée, de quelques pieds à se feuiller avant ou après ceux de la même espèce placés semblablement.

» La deuxième méthode, évidemment préférable, consiste à observer un même arbre pendant une longue série d'années. On ne possède guère d'observations de cette nature, car les tableaux publiés sous l'influence de Quetelet ne datent pas de plus de 35 ans, pour les espèces les plus anciennement observées, et les observateurs n'ont pas dit s'ils ont noté la feuillaison toujours sur le même individu, à la même distance du sol. Heureusement il s'est trouvé, à Genève, deux longues séries d'observations faites sur deux marronniers (*Æsculus Hippocastanum*) de la promenade de la Treille. La feuillaison d'un de ces arbres a été notée depuis 1808, par M. Rigaud, propriétaire de la maison voisine, ensuite par son fils, ancien président de la Cour de justice, et par son petit-fils, M. Charles Rigaud, qui continue avec le même soin. L'autre arbre, situé en face d'une des fenêtres de l'Hôtel de Ville, a été observé depuis 1819 par les fonctionnaires ou employés de la Chancellerie. Il y a donc 68 et 57 ans de bonnes observa-

tions, ce qui n'existe probablement nulle part ailleurs pour aucune espèce. Les résultats concordent pour ces deux marronniers, qui doivent avoir été plantés en 1721. Ils ont été observés à la hauteur d'un deuxième étage. Pendant 68 ans, l'arbre Rigaud s'est feuillé en moyenne le 95e jour de l'année (exactement $94^{j},9$), ce qui répond au 5 avril d'une année ordinaire et au 4 avril d'une année bissextile. En comparant des périodes égales, plus elles sont longues, et par conséquent dégagées des variations annuelles, plus les dates moyennes de feuillaison se rapprochent de la moyenne générale.

» Les périodes de 17 ans présentent des irrégularités : 95e, 94e, 96e, 94e jour, mais deux périodes de 34 ans chacune donnent des chiffres déjà presque identiques. La première indique $94^{j},70$; la seconde, 95 , 09, différence de $+ 0^{j},39$, soit moins d'une demi-journée, quantité que l'observation ne permettrait pas de constater directement et qu'on peut tenir pour nulle. Ainsi, des marronniers de 100 à 160 ans, n'éprouvent ni retard ni avance par l'effet de l'âge.

» Un pied de vigne (chasselas doré) a été observé pendant 33 ans, à Ostende, par MM. Macleod et Lansweert. D'après les dates communiquées à M. de Candolle, cette vigne, âgée de 32 ans lorsqu'on a commencé à l'observer, est devenue de plus en plus hâtive, du moins s'il est permis de considérer des périodes successives de 11 ans ou de 16 à 17 ans comme suffisantes pour éliminer l'effet des variations annuelles de température, ce qui est douteux. Dans la première série de 11 ans, la feuillaison a été, en moyenne, le 127e jour de l'année ; dans la deuxième, le 120e ; dans la troisième, le 106e. Elle a été, pour les 16 premières années, le 126e jour (exactement 125,8) et, pour les 17 dernières années, le 109e (exactement 109,2) ; accélération, comme on voit, notable et régulière. Il s'agit d'un cep palissadé contre un mur, dans un pays qui est au nord-ouest de la limite actuelle de la vigne.

» La question, comme on voit, n'est pas résolue d'une manière générale. Il paraît cependant que, pour certaines espèces, le marronnier, par exemple, l'âge n'influe pas, tandis que, pour d'autres, comme la vigne, il y aurait une influence des années, tantôt pour retarder et tantôt pour avancer l'époque de la feuillaison. Les documents vont être publiés en détail, à Genève, dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*. Il faut espérer qu'ils feront découvrir des documents analogues, aujourd'hui inconnus, dont on pourra se servir comme de termes de comparaison. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le déplacement des raies dans les spectres des étoiles, produit par leur mouvement dans l'espace.* Note de M. W. **Huggins.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques mots en réponse à la Lettre du P. Secchi lue à la séance du 3 avril. M. Christie vient de communiquer à la *Royal Astronomical Society* un sommaire des résultats nouvellement obtenus à Greenwich, qui s'accordent d'une manière très-frappante avec les observations que j'avais faites sur les mêmes étoiles (1). Il est vrai que d'abord il y avait des divergences et même des contradictions dans les observations faites à Greenwich; mais elles provenaient presque entièrement de ce que l'appareil dont on se servait n'était pas assez parfait pour des observations d'une nature aussi délicate. M. Christie a confronté dans le tableau suivant ses résultats avec les miens. Il marque avec le signe + les cas d'éloignement, et avec le signe — les cas de rapprochement. Les nombres indiquent la vitesse de rapprochement ou d'éloignement exprimée en milles anglais par seconde.

Étoiles.	Huggins.	Greenwich.
α Andromedæ........	—	—
Aldebaran........	+ ?	+
Capella..........	+	+ 20
Rigel............	+	+
Betelgeuse........	+ 22	+
Sirius............	+ 18 ... 22	+ 25
Castor...........	+ 23 ... 28	+ 25
Procyon..........	+	+ 43
Pollux...........	— 49	—
Regulus..........	+ 12 ... 17	+ 30
γ Leonis..........	— ?	— 60
β Ursæ Majoris......	+ 17 ... 21	+ 20
α Ursæ Majoris......	— 46 ... 60	— 40
β Leonis...........	+ ?	—

(1) Le P. Secchi dit, p. 762 : « M. Huggins reprit peu après la question.... » L'application du spectroscope au mouvement des corps célestes fut originale de ma part. Il est vrai que le Mémoire renfermant les résultats négatifs du P. Secchi a paru dans les *Comptes rendus* du 2 mars 1868, tandis que mon Mémoire a été présenté à la *Royal Society* le 23 avril 1868; mais les observations qui y sont décrites avaient été faites l'année précédente, et l'idée de la méthode était familière au Dr W.-A. Miller et à moi lorsque nous fîmes nos premières comparaisons des spectres des étoiles avec les spectres terrestres en 1862-1863. Voir *Phil. Trans., Royal Society*, 1864, p. 413, et 1868, p. 529.

Étoiles.	Huggins.	Greenwich.
γ Ursæ Majoris......	+ 17 ... 21	+ ?
Spica............	+	+
η Ursæ Majoris......	+ ?	—
Arcturus.........	— 55	— 35
ε Boötes...........	— ?	— 8
α Coronæ..........	+	+ ?
Vega.............	— 44 ... 54	— 37
α Cygni............	— 39	— 50
α Pegasi...........	—	— 27

» M. Christie résume ses résultats en ces mots :

« Malgré les difficultés d'observation, on est très-satisfait de constater que sur les 23 étoiles il y a seulement deux cas de désaccord pour la direction, et dans ces deux cas le Dr Huggins a dit qu'il n'était pas content de ses observations, et même à Greenwich les observations jusqu'à présent ne suffisent pas. »

» Les vitesses mêmes s'accordent autant que l'on peut l'espérer dans des observations aussi délicates.

» Dans ces derniers jours on a observé à Greenwich le déplacement des raies dans le spectre de Vénus ; il s'accorde en direction avec le mouvement connu de cette planète.

» Il n'est pas nécessaire de chercher les causes de l'insuccès du P. Secchi : il me suffit de dire que, dès le commencement de mes observations, j'ai regardé comme une des premières et des plus indispensables précautions celle de m'assurer qu'aucun changement sensible ne se laissait observer dans la position de la raie par les mouvements de la lunette.

» Le P. Secchi dit : Nous acquîmes la conviction que la raie pouvait » paraître constamment d'un côté ou de l'autre, selon la disposition de l'in- » strument, sans que l'observateur eût un indice assez sûr pour reconnaître » l'illusion dont il était victime. » Une telle illusion était à peine possible dans la méthode que j'ai employée, car dès le commencement j'ajoutai aux autres précautions celle de diriger souvent la lunette vers la Lune sans aucun dérangement de l'instrument.

» La raie triple *b* s'accordait toujours parfaitement avec les trois raies brillantes du magnésium. Quand la lunette était de nouveau dirigée vers l'étoile, on trouvait le même déplacement que celui que l'on avait observé d'abord.

» Je ne parlerai pas des soins tout particuliers qu'il faut apporter lorsqu'on fait la comparaison d'une raie stellaire « large et estompée à son

bord » avec la raie plus ou moins large β du gaz hydrogène, parce que les comparaisons de plusieurs des étoiles observées se sont faites avec les raies nettes et étroites du magnésium et du sodium.

» Le déplacement dans le spectre d'Arcturus a été observé non-seulement dans le cas de la raie F comparée à la raie de l'hydrogène, mais un déplacement tout semblable s'est montré lorsqu'on a comparé la raie *b* avec les trois raies du magnésium, et la raie D avec les deux raies du sodium.

» Ces observations sont nécessairement, par leur nature même, d'une délicatesse extrême, et l'on ne peut espérer réussir qu'en y apportant tous les soins et toutes les précautions possibles. »

PHYSIQUE. — *Examen de l'action mécanique possible de la lumière. Étude du radioscope de M. Crookes.* Note de M. A. LEDIEU. (Suite.) (1)

« Lorsque j'eus exposé à M. Fizeau ma théorie, l'éminent académicien me proposa de faire une expérience en polarisant un faisceau lumineux. De cette façon, en effet, conformément à ma théorie, nous devions obtenir une impulsion minimum, sinon nulle, lorsque le plan de polarisation renfermant les vibrations, devenues alors toutes rectilignes et parallèles entre elles, serait amené à passer par l'axe du tourniquet. Au contraire, une impulsion maximum devait avoir lieu pour une orientation à 90 degrés de la première position.

» Cette expérience fut faite avec un excellent modèle sortant des ateliers de M. Alvergniat, mais elle ne donna aucun résultat concluant. M. Fizeau fit alors tomber un faisceau lumineux ordinaire exclusivement sur les faces noires; il obtint ainsi un mouvement plus accéléré que dans le cas où le faisceau tombait sur les deux sortes de faces à la fois. Il opéra ensuite d'une manière analogue sur les faces polies, en ayant bien soin en outre, cette fois, d'incliner le faisceau de façon qu'il n'y eût aucune réflexion allant directement des faces polies sur les faces noires. Le tourniquet n'en continua pas moins à tourner, mais avec une rotation notablement réduite.

---

(1) Voir le numéro précédent des *Comptes rendus*.

Nota important. — Au moment où nous terminons notre Communication, nous recevons la nouvelle que M. Salleron a parfaitement réussi l'expérience indiquée ci-après de la rotation du tourniquet sous l'action d'un faisceau lumineux tombant dans le sens même de l'axe de rotation. Nous donnerons dans la prochaine séance les détails de cette intéressante expérience, entreprise conformément au programme que nous avions envoyé de Brest.

» Cette dernière expérience porterait à condamner tout actinisme de la lumière, puisque celle-ci attirerait dans un cas et repousserait dans un autre. Ma théorie semble donc confondue par un pareil résultat, aussi bien du reste que toute autre explication d'ordre mécanique s'appuyant sur la doctrine de l'émission.

» Mais, en examinant les choses de plus près, on est amené à remarquer que, dans toutes les expériences que nous venons de relater, il y a réflexion des rayons de lumière sur le *verre* de l'ampoule, et que, en outre, lorsque ces rayons sont polarisés, le plan de polarisation cesse, après la réflexion, de se présenter dans la même direction par rapport aux faces des ailettes. Nous sommes donc amené à conclure qu'il faut absolument de nouvelles expériences pour élucider la question. Avant d'indiquer en quoi consisteraient selon nous ces nouvelles expériences, nous citerons textuellement l'opinion que M. Fizeau nous a transmise à la suite des ess aissus-relatés :

« La rotation de l'appareil de M. Crookes sous l'influence de la lumière ne me paraît pas pouvoir être attribuée à une force impulsive des rayons. Cela résulte de ce que le sens de la rotation y est le même lorsqu'un faisceau de lumière tombe soit sur la face noircie d'une ailette, soit sur la seconde face polie. Si, dans le premier cas, l'ailette fuit le rayon comme si elle était poussée par lui, elle marche au contraire au-devant de lui dans le second cas, comme si elle en était attirée. Les effets observés me paraissent devoir trouver leur explication : 1° dans l'état thermique pris par l'ailette sous l'influence des rayons; 2° dans les pouvoirs émissifs et absorbants très-inégaux des deux faces, l'une noircie, l'autre polie; 3° dans la présence de la faible quantité de gaz et de vapeur d'eau, que l'appareil ne peut manquer de renfermer encore, bien que le vide y ait été fait avec soin. »

» Cette opinion, émanant d'un savant aussi distingué, doit être prise en grande considération. Néanmoins, devant la *régularité*, la *netteté* et la *sûreté* de la rotation du tourniquet, toujours dans un même sens voulu, l'explication précédente ne nous satisfait pas entièrement, et le débat ne nous semble pas clos. Il nous paraît, en conséquence, indispensable de soumettre le radioscope aux nouvelles expériences suivantes, que notre éloignement momentané de Paris ne nous a pas encore permis d'entreprendre :

» 1° Corroborer ma théorie en éclairant un radioscope ordinaire, c'est-à-dire avec palettes à faces alternées polies et noires, dans la direction même de l'axe du tourniquet; celui-ci devra tourner dans le même sens que lorsque le faisceau éclaire perpendiculairement audit axe, et même la rotation devra être plus accélérée;

» 2° Construire un appareil dont toutes les palettes demeureront polies,

de façon à réduire au minimum l'influence des réflexions sur le verre de l'ampoule; puis faire tomber un faisceau lumineux sur les palettes, situées d'un seul et même côté par rapport à l'axe du tourniquet. Si la rotation est réellement due à l'action mécanique de la lumière, le tourniquet devra tourner comme si les palettes étaient repoussées par les rayons lumineux.

» Si ce nouvel essai donnait de bons résultats, il y aurait lieu de joindre, aux expériences déjà faites avec les divers rayons du spectre lumineux et du spectre calorifique, des essais sur des radioscopes avec palettes coloriées en jaune de chrome, en violet, etc., afin d'apprécier les différences d'actinisme par rapport à ces diverses couleurs. Enfin, il faudrait associer à l'étude détaillée des mouvements du tourniquet les beaux travaux de M. Desains sur la chaleur rayonnante et sur le rayonnement solaire.

» Je demande pardon à l'Académie d'insister autant sur la question; mais la discussion est loin d'être épuisée; et si, à l'impossible, ma théorie venait à être confirmée, on arriverait aux importantes conclusions que voici :

» 1° La Terre reçoit constamment l'action calorifique et lumineuse du Soleil, suivant la ligne qui joint le centre des deux astres. Or, si cette action se faisait sentir à la manière des forces mesurables dynamométriquement, et avait sa direction dans le sens des rayons de propagation, ainsi que le voudrait la théorie newtonienne, il est infiniment probable que sa loi serait différente de celle de l'attraction, et que son influence se serait manifestée depuis longtemps sous la forme d'une perturbation inexplicable par les formules habituelles.

» Dans ma théorie, au contraire, les impulsions dues à la lumière et à la chaleur étant normales aux rayons de propagation, il en résulte, eu égard au parallélisme sensible des rayons solaires actionnant la Terre, que ces impulsions se détruisent deux à deux. Dès lors, le mouvement d'ensemble de la Terre ne saurait être affecté par l'actinisme du Soleil.

» Bien plus, on aurait là une explication toute naturelle de la forme des queues des comètes, au lieu d'avoir recours, pour cette explication, à l'hypothèse peu satisfaisante d'une force répulsive dirigée suivant la ligne qui va du Soleil à l'astre, proportionnelle aux surfaces actionnées, se superposant dans ses effets à la gravitation universelle, et enfin susceptible d'être interceptée par un écran.

» Il suffirait de remarquer que, dans ma théorie, la matière des comètes se trouverait comprimée par une série d'impulsions dues aux rayons lu-

mineux émanant du Soleil, et agissant perpendiculairement à la direction de ces rayons. Cette compression se trouverait, en outre, proportionnelle aux surfaces pressées, et elle serait interceptable par un écran, comme dans la supposition précédente. Par ailleurs, elle tendrait à déformer la chevelure pour produire la queue, en combinant son action avec celle de la résistance que l'éther oppose à la translation de la comète, et qui augmente à mesure que l'astre approche de son périhélie.

» Il nous reste à expliquer maintenant comment nous ferions cadrer, avec nos présentes explications, les premières bases de notre théorie vibratoire de la chaleur énoncées dans les *Comptes rendus* du deuxième semestre 1873. Nous avions alors, à l'encontre de notre opinion actuelle, émis l'hypothèse que le calorique ne saurait engendrer directement un mouvement *d'ensemble;* mais, en revoyant ces bases d'après les nouveaux horizons que nous a ouverts l'étude du radiomètre Crookes, nous nous sommes bien vite aperçu que l'hypothèse en question est *suffisante* pour l'établissement de notre théorie vibratoire, mais aucunement *nécessaire*.

» Et effectivement, dans cette théorie, nous prenons comme point de départ que toutes les actions moléculaires extérieures appliquées à un corps se décomposent, en principe, en forces *mesurables dynamométriquement* et en forces *vibratoires*. Les premières de ces forces sont caractérisées par la propriété d'avoir la somme de leurs travaux élémentaires vibratoires constamment nuls, au moins en moyenne, tout en possédant une valeur déterminée pour leurs travaux relatifs aux mouvements d'ensemble et de changement de disposition intérieure. En d'autres termes, elles ne produisent *directement* que du travail dynamométrique.

» Les forces vibratoires, au contraire, ont leurs travaux élémentaires relatifs aux mouvements d'ensemble et de changement de disposition intérieure sans cesse moyennement nuls, leurs travaux vibratoires ayant seuls une valeur déterminée; autrement dit, elles ne produisent *directement* que du travail vibratoire.

» Or, cette conception n'implique nullement la *nécessité* qu'un système dont tout le mouvement se réduit à des vibrations lumineuses ou calorifiques n'agisse sur un système matériel voisin qu'en y développant des forces moléculaires vibratoires. S'il n'agit que de la sorte, cela prouve que son action consiste exclusivement en communication de chaleur au second système; mais rien ne s'oppose à ce qu'il y ait à la fois développement des deux espèces de forces en question. Le premier résultat conviendrait à la supposition où les vibrations du système actionnant seraient orientées dans

tous les sens les unes par rapport aux autres, comme pour la chaleur statique; le second cas aurait lieu particulièrement quand les vibrations dudit système seraient parallèles entre elles, comme pour la lumière et la chaleur rayonnante. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la création d'un Comité international pour l'exploration scientifique de l'isthme américain, au point de vue de l'étude d'un canal maritime.* Note de M. **Ferd. de Lesseps**.

« Le projet d'un canal maritime entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique, à travers l'isthme américain, dans les régions les plus favorables à l'établissement d'une communication directe entre les deux mers, a depuis longtemps sollicité l'attention du monde entier.

» A peine avait-on déterminé les contours géographiques des deux Amériques, que l'idée était venue de supprimer les entraves que le grand isthme opposait à la circumnavigation du globe. Dans les deux derniers siècles, les projets de percement de canaux maritimes se sont succédé; ils sont devenus d'autant plus nombreux que l'on se rapproche davantage de l'époque présente.

Malheureusement l'insuffisance des notions d'ensemble sur la topographie des diverses régions du grand isthme américain est telle, qu'aucun groupe savant, aucune notoriété de la science géographique n'ont osé formuler une appréciation définitive pour donner la préférence à l'un de ces projets.

» Cependant, au point de vue géographique et en écartant même la solution du problème de la circumnavigation universelle dans la zone la plus favorable aux relations commerciales des peuples, il n'est pas de question plus intéressante à étudier que celle de la détermination géographique du territoire qui pourra être considéré comme l'un des deux centres naturels de tout le mouvement maritime du globe.

» En vertu de ces considérations, la Commission de géographie commerciale a accueilli et a approuvé l'idée de procéder à une exploration topographique, botanique, zoologique et ethnologique du grand itshme américain, sous la réserve toutefois que l'initiative de cette exploration n'appartiendrait ni à un groupe, ni même à un pays, mais qu'elle s'opérerait avec le concours de toutes les nations civilisées.

» Sur le rapport qui lui a été adressé à ce sujet par l'un de ses membres, M. Drouillet, qui a procédé à l'examen sommaire des principaux projets

de percement de l'isthme interocéanique, la Commission de géographie commerciale, se référant au vœu exprimé par le cinquième groupe du Congrès international des sciences géographiques, groupe dont la plupart des membres composaient la Section française, a pensé qu'il était de son devoir de poursuivre la réalisation de ce vœu, formulé dans les termes suivants :

« Il est à souhaiter que les États intéressés à la grande entreprise de l'ouverture d'un canal interocéanique en poursuivent les études avec le plus d'activité possible et s'attachent aux tracés qui présentent à la navigation la plus grande facilité d'accès et de circulation. »

» C'est dans ces conditions que la Commission de géographie commerciale a voulu saisir de la question tous les groupes savants des États intéressés à l'entreprise et que, profitant de l'initiative qui lui a été laissée par la Société de Géographie de Paris, elle a formé le noyau de la Section française du Comité international qu'elle conviait à l'examen du problème avec la pensée que chacune des Sociétés de Géographie instituées dans les différents États procéderait à la constitution d'un groupe analogue.

» De l'ensemble et de l'accord de tous les groupes résulterait un Comité général ou plutôt un Congrès scientifique international, chargé d'aviser à la réalisation d'une reconnaissance géographique aussi rigoureuse et aussi complète que possible du grand isthme américain.

» Les membres français désignés par la Commission de géographie commerciale sont :

MM.

Ferd. de Lesseps, membre de l'Institut et de la Société de Géographie, Président.

L'amiral baron de la Roncière Le Noury, sénateur, président de la Société de Géographie, Vice-Président.

Meusand, directeur des Consulats au ministère des Affaires étrangères, président de la Commission de géographie commerciale, Vice-Président.

Le baron de Watteville, chef de division des Sciences et Lettres au Ministère de l'Instruction publique.

Delesse, ingénieur en chef des Mines, membre de la Société de Géographie.

Maltebrun, président de la Commission centrale de la Société de Géographie.

Levasseur, membre de l'Institut et de la Société de Géographie.

Daubrée, membre de l'Institut et de la Société de Géographie.

Foucher de Careil, sénateur, membre de la Société de Géographie.

Cotard, ingénieur, membre de la Société de Géographie.

Henri Bione, officier de marine, membre de la Société de Géographie.

Maunoir, secrétaire général de la Société de Géographie.

Hertz, secrétaire général de la Commission de géographie commerciale.

Léon Drouillet, ingénieur, membre de la Société de Géographie, Secrétaire du Comité.

» Le Comité émané de la Société de Géographie et formé par la Commission de géographie commerciale fonctionne, dès à présent, sous le titre de *Section française du Comité international d'étude, pour l'exploration de l'isthme américain en vue du percement d'un canal interocéanique.*

» La Section française a notifié sa constitution à toutes les Sociétés ou Institutions géographiques, que la Commission de géographie commerciale avait déjà saisies de la question.

» J'espère que l'Académie des Sciences, à laquelle seront soumis les résultats scientifiques qui seront obtenus par le Comité, accueillera cette Communication avec un bienveillant intérêt. »

M. **Resal**, en présentant à l'Académie le quatrième et dernier volume de son *Traité de Mécanique générale*, s'exprime ainsi :

« Ce volume comprend la cinquième et la sixième partie de l'ouvrage.

» La cinquième a pour titre : *Des moteurs animés, de l'eau et du vent comme moteurs, des machines hydrauliques et élévatoires.*

» La sixième comprend : 1° la construction des chaudières et l'étude des questions qui se rapportent aux générateurs, à leurs foyers et à leur alimentation ; 2° la théorie des pistons des machines à vapeur et celle des distributions les plus usitées ; 3° la solution des questions relatives au rendement de ces machines, considérée au double point de vue thermique et économique, la description et la discussion des principaux types de machines à vapeur, notamment des machines à admissions et échappements indépendants qui sont maintenant à l'ordre du jour ; 4° la description et l'étude des principales machines à air chaud et à gaz. »

M. **Cosson** met sous les yeux de l'Académie un petit appareil de son invention pouvant s'appliquer à toutes les cartouches, et qu'il a nommé *obturateur-inflammateur central*. Au moyen de cet appareil, avec le fusil de chasse Lefaucheux, il a obtenu des pénétrations supérieures d'un cinquième à celles produites, à égalité de charge, avec des cartouches semblables employées sans l'obturateur.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. le baron *Séguier*.

Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres pris parmi les Académiciens libres, et du Président de l'Académie.

Au premier tour de scrutin, les Membres qui obtiennent la majorité des suffrages sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Becquerel	28 suffr.
»	M. Dupuy de Lôme. .	24 »
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Chevreul	38 »
»	M. Decaisne.	25 »
Parmi les Académiciens libres,	M. Larrey	33 »
»	M. Bréguet	31 »

En conséquence, la Commission se composera de M. le vice-amiral Pâris, Président de l'Académie, et de MM. Becquerel, Dupuy de Lôme, Chevreul, Decaisne, Larrey et Bréguet.

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur plusieurs Mémoires de M.* Allard, *relatifs à la transparence des flammes et de l'atmosphère et à la visibilité des phares à feux scintillants.*

(Commissaires : MM. Jamin, Puiseux, Ed. Becquerel rapporteur.)

« M. Allard, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a présenté à l'Académie plusieurs Mémoires relatifs à des recherches expérimentales et théoriques sur la transparence des flammes et de l'atmosphère, ainsi que sur la visibilité des feux scintillants, recherches auxquelles il a été conduit par suite de ses fonctions au Dépôt des phares.

» Les flammes qui sont le plus généralement employées dans les phares proviennent de lampes à becs multiples portant des mèches concentriques dont les dispositions ont été données par Arago et Fresnel, et elles sont destinées à être placées au centre des systèmes lenticulaires que l'on doit au génie de Fresnel.

» Le nombre de mèches concentriques dont sont formés les becs varie de 1 à 6, suivant la quantité de lumière dont on a besoin, et qui, dans ce dernier cas, peut être équivalente à celle que donneraient 50 becs Carcel,

ou environ à celle de 400 à 450 bougies (1); la combustion des parties intérieures de ces flammes concentriques donne une épaisseur variable aux gaz incandescents qui constituent la source lumineuse.

» En mesurant l'intensité lumineuse des flammes plus ou moins épaisses provenant de la combustion de l'huile minérale en usage maintenant, et suivant le nombre des mèches concentriques, M. Allard a trouvé que ces intensités augmentent un peu moins rapidement que la consommation de l'huile, et en les comparant aux dimensions des flammes, que ces intensités augmentent également avec la surface apparente, tandis qu'elles diminuent par centimètre cube, à mesure que le volume total de la flamme devient plus grand.

» Ces résultats ne peuvent s'expliquer que par un défaut de transparence des flammes, et l'on sait que cette transparence n'est pas parfaite, car les observations de M. Hirn ont montré qu'une épaisseur plus ou moins grande des gaz incandescents qui les composent arrête une certaine quantité des rayons lumineux, qui peut varier suivant les circonstances, soit que ces rayons proviennent de ces flammes elles-mêmes, soit d'un autre foyer lumineux. M. Allard a mis en évidence l'extinction qui se produit alors en mesurant l'intensité lumineuse de flammes à mèches plates, vues de face et de côté, puis, au moyen d'un réflecteur qui envoie vers le foyer la lumière reçue et l'oblige à traverser la même flamme, et enfin en mesurant l'intensité de la lumière émanée d'une source photo-électrique, qui traverse une flamme de grand diamètre. Ses différentes expériences, d'ailleurs concordantes, l'ont conduit à adopter le nombre 0,80 comme valeur moyenne du coefficient de transparence des flammes dont il a fait usage, et rapportée à l'épaisseur de 1 centimètre de flamme traversée par les rayons lumineux.

» En partant de ce coefficient, il a établi des formules théoriques donnant l'intensité effective des différentes flammes, en fonction de leur volume, formules qui se vérifient par expérience, mais à l'aide d'une correction qui consiste à attribuer aux flammes des intensités moyennes augmentant un peu avec leur diamètre.

» Dans un autre travail, M. Allard a pu faire servir à l'étude de la transparence nocturne de l'atmosphère les observations que font les gardiens des phares du littoral sur la visibilité des feux et qui consistent à noter, à

---

(1) Le bec Carcel, pris ici comme unité, est celui d'une lampe à une mèche qui brûlerait 40 grammes d'huile de colza par heure, et donnerait autant de lumière que 8 à 9 bougies stéariques.

des intervalles déterminés, et plusieurs fois par nuit, les noms des phares visibles à ce moment. Ces observations, suivies pendant plusieurs années, lui ont permis de déterminer quelle est, pour chaque station du littoral de l'Océan et de la Méditerranée, l'état de transparence limite pour lequel un phare cesse d'être vu du lieu d'observation. Il en a déduit les courbes représentant la loi de transparence de l'atmosphère dans ces diverses circonstances et pour les différentes saisons.

» Un certain nombre de phares, que l'on désigne sous le nom de *feux scintillants*, présentent des effets particuliers qui sont obtenus par la rotation plus ou moins rapide d'un système de lentilles à éclats, lesquelles concentrent, dans une direction déterminée, les rayons émanés de la source lumineuse. Or, si l'on fait passer devant l'œil une lentille qui produit un éclat lumineux, l'impression qu'on éprouve va en diminuant à mesure que la vitesse augmente et l'espèce de tremblement qui a lieu quand cette vitesse est faible tend à disparaître lorsque la rotation devient plus rapide; on finit alors par avoir la sensation d'un feu continu qui a à peu près la même intensité, et même un peu moindre, que celle que l'on obtient par une égale répartition, autour de l'horizon, de la lumière formant les éclats.

» M. Allard a rendu compte de ces effets en admettant que, dans la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, la loi du décroissement de la sensation est analogue à la loi du refroidissement de Newton, c'est-à-dire est représentée par une fonction exponentielle, et il a pu, dès lors, donner des formules dont la discussion conduit aux mêmes conséquences que l'observation des faits. Il faut remarquer que la rétine se comporterait alors, et ainsi que l'a montré votre rapporteur, comme les corps phosphorescents à courte période quand ils sont préalablement excités par la lumière et qu'ils s'éteignent rapidement dans l'obscurité, puisque, dans ce cas, la loi d'extinction est la même.

» En résumé, votre Commission reconnaît que M. Allard a mis beaucoup de soin et de méthode dans les expériences qui font l'objet de ces recherches et a fait preuve de sagacité dans la discussion des résultats importants auxquels il a été conduit et qui intéressent à un haut degré la construction et l'emploi des phares; en conséquence, elle a l'honneur de vous proposer de vouloir bien ordonner l'insertion des présents Mémoires dans le Recueil des Savants étrangers. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les rapports qui existent entre la théorie des nombres et le Calcul intégral;* par M. E. Lucas.

(Renvoi à l'examen de M. Puiseux.)

« Le but que nous nous proposons dans cette Note est de montrer l'identité des formules concernant certaines *fonctions numériques* des racines d'une équation du second degré à coefficients commensurables avec celles qui relient entre elles les fonctions circulaires, et d'indiquer, plus généralement, l'identité des formules concernant les fonctions numériques des racines d'une équation algébrique du quatrième degré ou de degré quelconque avec celles qui relient les transcendantes elliptiques ou abéliennes.

» Soient a et b les deux racines de l'équation du second degré, à coefficients entiers et premiers entre eux, et, de plus,

$$a+b=\mathrm{P},\quad ab=\mathrm{Q},\quad a-b=\delta,\quad u_n=\frac{a^n-b^n}{a-b},\quad v_n=a^n+b^n,$$

les fonctions définies par les relations

$$\mathrm{S}(z)=\frac{\delta\sqrt{-1}}{2\mathrm{Q}^{\frac{n}{2}}}u_n,\quad \mathrm{C}(z)=\frac{1}{2\mathrm{Q}^{\frac{n}{2}}}v_n,\quad z=n\log\frac{a}{b}$$

sont entièrement analogues au sinus et au cosinus, et les formules qui les renferment, déduites de celles de la Trigonométrie, conduisent à des propriétés importantes des diviseurs de u_n et de v_n, lorsque n désigne un nombre entier.

» Les formules de l'addition et de la multiplication des arcs conduisent ainsi aux formules

$$(1)\qquad u_{2n}=u_nv_n,\qquad\qquad (2)\qquad v_n^2-\delta^2u_n^2=4\mathrm{Q}^n,$$

$$(3)\qquad 2u_{m+n}=u_mv_n+u_nv_m,\qquad (4)\qquad u_n^2-u_{n-1}u_{n+1}=\mathrm{Q}^{n-1}.$$

» Si l'on ne tient pas compte des diviseurs de Q et de δ^2, on en déduit les propositions suivantes :

» 1° Le terme u_{pq} est divisible par u_p et u_q, et par le produit u_pu_q, si p et q désignent des nombres premiers entre eux.

» 2° Les nombres u_n et v_n sont premiers entre eux.

» 3° Le plus grand commun diviseur de u_m et u_n est égal à u_d, en désignant par d le plus grand commun diviseur de m et de n.

» 4° En désignant par n un nombre impair, u_n est un diviseur de la forme quadratique $x^2 - Qy^2$.

» Les développements de u_{np} et de v_{np} suivant les puissances de u_n et de v_n, pris séparément ou simultanément, sont entièrement analogues aux formules qui donnent $\sin nx$ et $\cos nx$ en fonction des puissances de $\sin u$ et de $\cos x$, et donnent lieu à un grand nombre de théorèmes concernant les formes quadratiques des diviseurs de u_{np} et de v_{np}.

» On en déduit la *loi de l'apparition* des nombres premiers dans la série récurrente des u_n; cette loi a été donnée par Fermat, lorsque δ est rationnel, et par Lagrange, lorsque δ est irrationnel. L'application de cette loi m'a permis de trouver un *critérium général*, indiquant si une équation numérique donnée, de degré quelconque, à coefficients commensurables, est ou n'est pas *irréductible*.

» Les développements de u_n^p et de v_n^p, en fonction linéaire des termes u et v, dont les rangs sont multiples de n, sont entièrement analogues aux formules de Moivre et de Bernoulli, qui donnent $\sin^p x$ et $\cos^p x$ en fonction des sinus et cosinus des multiples de l'arc x, et conduisent à la *loi de la répétition* des nombres premiers dans les séries des u_n et des v_n. Par exemple, lorsque n désigne le rang du premier terme contenant le facteur premier p à la puissance de λ, le terme u_{pn} sera le premier terme divisible par $p^{\lambda+1}$, et non par une puissance supérieure. Cette loi contient les propositions de MM. Arndt (*Journal de Crelle*, t. 31, p. 260, année 1846) et Sancery (*Bulletin de la Société mathématique*, t. IV, p. 17, année 1876).

» On a encore les propositions suivantes :

» 1° Si p désigne un nombre premier de la forme $4q+1$ ou de la forme $4q+3$, les diviseurs du quotient de u_{pn} par u_n sont des diviseurs de la forme quadratique $x^2 - py^2$ ou de la forme $\delta x^2 + py^2$;

» 2° Si $u_{p\pm 1}$ est divisible par p sans qu'aucun des termes dont le rang est un diviseur de $p \pm 1$ le soit, le nombre p est premier.

» La considération des diviseurs de u_n, lorsque n désigne les multiples ou les puissances d'un nombre premier, ou encore un nombre quelconque, fait voir qu'il y a une infinité de nombres premiers communs aux deux formes $x^2 + Qy^2$ et $x^2 - py^2$, si $p = 4q+1$; et aux deux formes $x^2 + Qy^2$ et $\delta x^2 + py^2$ si $p = 4q+3$: elle donne des démonstrations simples de la loi de réciprocité et du théorème de Dirichlet, et conduit à certaines formules *ne contenant que des nombres premiers*.

» Dans un Mémoire présenté à l'*Académie des Sciences* de Turin (avril 1876), M. Genocchi, qui a bien voulu citer quelques-uns des résultats auxquels j'étais parvenu précédemment, rectifie une assertion de Legendre, que j'avais reproduite, sur le nombre premier $2^{31} - 1$. Il indique encore, suivant une assertion du P. Mersenne, un nombre probablement premier, et contenant 78 chiffres. A ce propos, je ferai observer que j'ai trouvé le plan d'un mécanisme assez simple, qui permettra de vérifier, automatiquement et en très-peu de temps, les assertions du P. Mersenne, et de trouver de très-grands nombres premiers de 80 et même de 100 chiffres compris dans la forme $a^n \pm 1$, a étant égal à 2, 3 ou 5.

» La construction de ce mécanisme permet de calculer rapidement, dans le système binaire de la numération, les résidus des v_n par rapport au nombre dont on cherche la décomposition en facteurs premiers, et repose, d'une part, sur les théorèmes qui précèdent, et d'autre part sur les lois mathématiques de la géométrie du tissage. »

PHYSIQUE. — *Sur les images photographiques obtenues au foyer des lunettes astronomiques.* Note de M. A. ANGOT.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« Dans une précédente Communication (1), j'ai montré comment l'hypothèse d'un cheminement d'action chimique ne pouvait rendre compte du fait de l'agrandissement des images photographiques obtenues au foyer d'une lunette astronomique. Tous les phénomènes, au contraire, s'expliquent simplement par les théories ordinaires de l'optique physique. Si l'on calcule l'intensité de la lumière aux différents points de l'image d'un corps uniformément éclairé, obtenue au foyer d'un objectif aplanétique, on arrive aux conséquences suivantes (2) :

» 1° Dans presque toute l'étendue de l'image géométrique, l'intensité de la lumière est constante; elle décroît *dans l'intérieur même de cette image*, quand on arrive près des bords; au bord géométrique, elle n'est plus que la moitié de ce qu'elle était dans la partie constante; au delà, elle décroît

(1) *Comptes rendus*, séance du 22 mai 1876, p. 1180.

(2) La théorie de ces phénomènes a été donnée d'abord en partie par Schwerd. En employant des méthodes de calcul plus simples et plus élégantes, M. André l'a notablement étendue: c'est sur son travail que je m'appuie pour toute la partie théorique de mes recherches.

progressivement suivant une courbe que la théorie permet de calculer.

2° En prenant toujours pour unité l'intensité lumineuse dans la partie de l'image où elle est constante, la zone de lumière diffractée se représente toujours par la même courbe, quand on fait varier l'ouverture de l'objectif. Il faut seulement, pour avoir les distances au bord géométrique, multiplier par le rapport inverse des ouvertures toutes les abscisses de la courbe.

» La méthode expérimentale décrite précédemment permet de déterminer, dans chaque cas, la différence des dimensions de l'image géométrique et de l'image réelle. En effet, dans tous les cas, la somme des intervalles lumineux et obscur de l'objet photographié est constante et égale à la valeur qu'aurait cette même somme dans l'image géométrique. D'autre part, on peut mesurer directement sur la source lumineuse le rapport de largeur entre les rectangles lumineux et l'intervalle obscur qui les sépare.

» On détermine ainsi en valeur absolue les dimensions qu'aurait l'image géométrique, et on peut leur comparer l'image obtenue dans les différents cas. Cette comparaison a conduit aux principaux résultats suivants :

» I. *Loi de l'intensité.* — En faisant varier l'intensité seule, et laissant constante la durée de pose, on obtient des images d'autant plus grandes que l'intensité est plus grande. On peut déduire, de la mesure de ces photographies, le rapport des intensités aux différents points de l'image, dans sa partie variable.

» Voici le résultat d'une de ces déterminations :

Plaque daguerrienne iodée et bromée (durée de pose, une minute).

Intensité relative.	Distance au bord de l'image géométrique en $\frac{1}{500}$ de millim.	Distance au bord de l'image géométrique en secondes d'arc.
1	116,1	12",66
4	81,0	8,84
9	41,5	4,52
9,5	39,2	4,27
38	— 22,4	—2,44

» Le signe — indique que le point considéré est en dedans de l'image géométrique. L'expérience montre donc que l'image est généralement dilatée, mais qu'en réduisant suffisamment l'intensité de la lumière on peut obtenir, comme le veut la théorie, des images plus petites que l'image géométrique.

» Les courbes obtenues ainsi ont une analogie frappante avec la courbe

théorique, mais elles sont toujours plus élargies. Cet effet, dû à l'aberration de l'objectif, n'a pas encore été calculé rigoureusement, mais il est facile de voir que c'est bien le sens dans lequel il devait se manifester.

» II. *Loi de la durée de pose.* — Si, laissant constante l'intensité, on se borne à faire varier la durée de pose, on obtient des résultats analogues aux précédents, mais non identiques; l'ensemble des expériences montre que l'influence du temps de pose et celle de l'intensité sont loin d'être réciproques. Une pose de durée 2 avec une intensité réduite à $\frac{1}{2}$ produit une dilatation de l'image notablement moindre que l'intensité 1 avec une durée de pose $\frac{1}{2}$. La différence s'accentue encore à mesure que l'intensité décroît, et, si l'on veut obtenir un effet constant avec une intensité lumineuse de plus en plus faible, il faut que la durée de pose augmente beaucoup plus rapidement que la raison inverse de l'intensité.

» III. *Loi de l'ouverture.* — Pour vérifier la loi de l'ouverture de l'objectif, j'ai réduit celui-ci à moitié, mais en quadruplant l'intensité de la lumière, afin que l'éclat de l'image fût toujours le même dans la partie où l'intensité de la lumière est constante; la durée de pose était alors la même dans les deux cas. Avec ces précautions, le raisonnement montre que, si l'on considère un point où l'intensité lumineuse est dans un rapport déterminé avec l'intensité au centre de l'image, la distance de ce point au bord géométrique doit varier en raison inverse de l'ouverture.

» Je citerai seulement les nombres suivants, obtenus avec des durées de pose et des intensités différentes :

			Excès de l'image sur l'image géométrique	
			en $\frac{1}{500}$ de millim.	en secondes d'arc.
Première expérience		Ouverture 1	27,0	2",94
		Ouverture $\frac{1}{2}$	43,0	4,69
Deuxième expérience (intensité constante).	Pose, 70 secondes.	Ouverture 1	50,2	5,47
		Ouverture $\frac{1}{2}$	72,0	7,85
	Pose, 40 secondes.	Ouverture 1	28,6	3,12
		Ouverture $\frac{1}{2}$	35,1	3,83

» Bien que les seconds nombres, correspondant à l'ouverture $\frac{1}{2}$, ne soient pas doubles des premiers, l'expérience n'en est pas moins décisive en faveur de la théorie; car l'effet de l'aberration doit diminuer avec l'ouverture de la lunette, et cette diminution aurait pu masquer l'augmentation due à la diffraction.

» IV. *Influence de l'exposition antérieure à la lumière.* — La mesure du

diamètre des planètes, faite pendant le jour, donne un nombre plus petit que l'observation de nuit; car, dans le jour, le fond éclairé du ciel vient masquer une partie de la zone de lumière diffractée qui entoure le corps. Pour la photographie, l'exposition antérieure à la lumière produit le même effet que l'éclairement général du fond : l'agrandissement diffractionnel de l'image doit donc être moindre, comme l'expérience l'a montré. »

CHIMIE. — *De la loi de Dulong et Petit*. Mémoire de M. A. Terreil. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« En publiant aujourd'hui ce Mémoire sur les chaleurs spécifiques, mon but est simplement d'appeler l'attention sur les résultats que j'ai obtenus en n'interprétant la loi de Dulong et Petit qu'au point de vue des lois de la Chimie; dans ce cas, la relation qui existe entre la chaleur spécifique et l'équivalent chimique des corps simples et des corps composés, et le rapport qui relie la chaleur spécifique aux phénomènes de condensation que les corps éprouvent lorsqu'ils se combinent à l'état gazeux, constituent une loi simple de la Chimie qui ne souffre plus d'exceptions, et qui est en harmonie avec la loi de Gay-Lussac.

» Dans cette manière d'appliquer la loi de Dulong et Petit, j'écarte toutes les causes physiques qui modifient ordinairement la chaleur spécifique absolue des corps; je ne me préoccupe point de ces causes, car j'admets qu'il existe deux phases seulement pendant lesquelles les corps possèdent leur véritable chaleur spécifique absolue, au point de vue de la loi appliquée exclusivement à la Chimie. La première de ces phases est le moment où le corps est à l'état gazeux; la seconde, celui où le corps a perdu l'état gazeux; peu importe qu'à cet instant il soit solide ou liquide, il suffit que le changement d'état soit opéré; j'admets, en outre, qu'au moment de ces deux phases les forces physiques qui modifient les chaleurs spécifiques absolues n'ont pas encore agi.

» Afin de distinguer les chaleurs spécifiques, comme je les comprends, des chaleurs spécifiques admises, je leur donne le nom de *chaleurs spécifiques chimiques*.

» C'est en étudiant la relation qui existe entre les chaleurs spécifiques des corps composés et la somme de condensation que les corps simples qui les constituent subissent lorsqu'ils se combinent à l'état gazeux, que

j'ai été conduit à établir ma théorie des chaleurs spécifiques chimiques; je crois donc utile de faire connaître ici comment j'interprète la loi de Gay-Lussac, en ce qui concerne les condensations que les corps gazeux éprouvent lorsqu'ils se combinent, en faisant suivre cette loi des énoncés ci-après, que j'appellerai *les lois des contractions chimiques* :

» 1° *Lorsque deux corps simples dont les équivalents chimiques occupent 2 volumes à l'état de vapeur, s'unissent entre eux, la combinaison se fait sans qu'il y ait contraction; le composé représente à l'état gazeux la somme des volumes combinés, et son équivalent chimique égale toujours 4 volumes de vapeur.*

» 2° *Lorsque deux corps simples dont les équivalents chimiques ne représentent que 1 volume de vapeur s'unissent entre eux, la combinaison se fait également sans condensation; le composé représente aussi la somme des volumes combinés, mais son équivalent chimique n'égale que 2 volumes de vapeur.*

» 3° *Lorsqu'un corps simple dont l'équivalent chimique occupe 2 volumes à l'état gazeux se combine, équivalent à équivalent, avec un corps simple dont l'équivalent ne représente que 1 volume de vapeur, la combinaison se fait toujours avec une contraction de $\frac{1}{3}$ dans les volumes gazeux; le composé représente 2 volumes de vapeur et ces 2 volumes constituent son équivalent chimique.*

» 4° *Tous les corps composés, quelle que soit la nature des corps simples qui les constituent, se comportent comme des corps simples dits* monoatomiques, *lorsqu'ils entrent dans de nouvelles combinaisons; 2 volumes de leur vapeur se condensent toujours en 1 volume. Si le composé s'unit à un corps simple dit* biatomique, *on remarque une contraction de $\frac{1}{3}$ dans les volumes gazeux combinés; si le composé s'unit à un corps simple dit* monoatomique *ou à un autre corps composé, il se produit dans les volumes gazeux une contraction de $\frac{1}{2}$.*

» 5° *Dans les combinaisons complexes résultant de l'union des corps composés, comme les oxysels par exemple, la loi des contractions reste invariable; les contractions que les volumes gazeux éprouvent en se combinant sont toujours de $\frac{1}{3}$ ou de $\frac{1}{2}$, selon les corps simples qui constituent les composés qui s'unissent; seulement les volumes gazeux qui se combinent sont des multiples de ceux qui s'unissent dans les combinaisons simples et la somme des volumes après condensation constitue toujours l'équivalent chimique de la combinaison.*

» C'est donc en partant de ces principes et en appliquant à la loi de Dulong et Petit une formule analogue à celle qu'on applique à la loi de Gay-Lussac, sur la relation qui existe entre l'équivalent chimique et la densité de vapeur, que j'obtiens ce que j'appelle la *chaleur spécifique chimique* des corps. Mais ici, comme dans la loi de Gay-Lussac, il est néces-

saire de ramener toutes les chaleurs spécifiques à une *unité;* cette unité doit porter sur les corps à l'état gazeux, et ceux-ci doivent être pris sous le même volume que le corps qui sert de comparaison.

» En opérant ainsi, j'ai reconnu tout d'abord ce fait très-curieux, que la chaleur spécifique des corps, *double* lorsqu'ils cessent d'être gazeux, comme si, en perdant cet état, la contraction de la matière se faisait par agglomérations moléculaires, représentant en volume, à l'état gazeux, un rapport simple avec l'équivalent chimique, ce qui est en harmonie avec la loi de Gay-Lussac.

» Ayant choisi l'équivalent chimique de l'hydrogène comme unité de comparaison des chaleurs spécifiques chimiques, je ferai observer que, cet équivalent occupant 2 volumes à l'état de gaz, la chaleur spécifique chimique des autres corps ne doit être calculée que sur 2 volumes de vapeur pris avant toute condensation.

» Dans les formules qui vont suivre, j'appellerai :

C_H la chaleur spécifique chimique de l'hydrogène servant d'unité de comparaison; dans la détermination de la chaleur spécifique *absolue* $C_H = 3$; dans la détermination de la chaleur spécifique *relative* $C_H = 3,4$, nombre trouvé expérimentalement par M. Regnault pour le gaz hydrogène;

c la chaleur spécifique chimique des corps à l'état de gaz;

c' la chaleur spécifique chimique des corps ayant perdu l'état gazeux;

E l'équivalent chimique des corps simples;

E' l'équivalent chimique des corps composés;

n le multiplicateur qui sert à ramener à leurs volumes primitifs, les corps gazeux qui ont subi des contractions en se combinant, ou à ramener toutes les combinaisons à 2 volumes, lorsque leurs équivalents chimiques représentent 4, 6, 8, 12,... volumes de vapeur.

» La valeur absolue de C_H est calculée sur l'*unité de calorie de l'eau*, d'après la formule suivante, qui est déduite de formules qui seront données dans une prochaine Communication :

$$C_H = \frac{c'.E'}{E.n.2} = \frac{1.9}{1.1,5.2} = 3. \text{ »}$$

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les irrigations dans le midi de la France, et particulièrement dans le département des Bouches-du-Rhône.* Mémoire de M. J.-A. Barral, présenté par M. Chevreul. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot.)

« Ayant été nommé l'an dernier, par M. le Ministre de l'Agriculture, membre d'une Commission chargée de prononcer sur un concours ouvert pour le meilleur emploi des eaux d'irrigation dans le département des Bouches du-Rhône, ayant ensuite été désigné pour être le rapporteur de la Commission, j'ai eu l'occasion de faire un certain nombre d'observations et d'expériences spécialement chimiques, qui m'ont paru avoir un intérêt assez grand pour être communiquées à l'Académie.

» Les irrigations dans les Bouches-du-Rhône s'étendent aujourd'hui sur une surface de plus de 35 000 hectares. Sur ce total, 27 000 hectares environ sont arrosés par les eaux de la Durance, 5300 par les eaux du Rhône, et 2900 par l'Huveaune, l'Arc, la Touloubre et divers cours d'eau secondaires. Les eaux de la Durance parviennent dans les trois arrondissements d'Aix, d'Arles et de Marseille, par des canaux dont quelques-uns remontent au XVIe siècle, et dont d'autres viennent à peine d'être achevés. Plusieurs de ces canaux sont célèbres : ce sont ceux de Crapponne, des Alpines, de Marseille, de Peyrolles, de Chateaurenard, du Verdon. Tous ces canaux délivrent l'eau à l'agriculture depuis le 1er avril jusqu'au 30 septembre; la quantité d'eau fournie est estimée à 1 litre par seconde et par hectare pendant les six mois d'arrosage. Il ne se faisait que des irrigations exclusivement estivales, jusqu'au moment où la découverte de M. Faucon a démontré l'efficacité de la submersion automnale ou hivernale des vignes pour la destruction du Phylloxera. Dès maintenant, plusieurs centaines d'hectares de vignes anciennes ou de vignes nouvelles plantées à cet effet reçoivent la submersion pendant trente à quarante jours entre le commencement d'octobre et la fin de janvier; ce sont les seules vignes qui existent aujourd'hui dans l'arrondissement d'Arles, et elles ont fourni l'an dernier de magnifiques récoltes.

» Le mode de distribution des eaux d'arrosage varie beaucoup selon les divers canaux qui ont été successivement exécutés. Les associations syndicales d'arrosage, qui existent au nombre de quatre-vingt-une dans le département, sont régies par des règlements qui ont été sans cesse en se perfectionnant. La hauteur d'eau totale de 1581 millimètres, qui est donnée par chaque hectare, est délivrée en un nombre de 12, 23, 29, 43 tranches

égales selon les canaux, soit en tranches de 131, 68, 54, 37 millimètres de hauteur. Ainsi durant trois heures on donne, par exemple, 34 litres par seconde, quarante-trois fois dans la saison d'arrosage. C'est donc à des alternatives d'humidité et de sécheresse que le sol arrosé se trouve soumis. Chaque tranche d'eau chasse devant elle les gaz contenus dans les pores du terrain, et, après que l'eau a pénétré dans la terre, arrivent de nouvelles quantités d'air atmosphérique. C'est une application nouvelle de la théorie si juste par laquelle M. Chevreul a expliqué, il y a près de trente ans, les effets produits par le drainage.

» Il a été constaté que partout de grandes quantités d'engrais composé, soit de fumier de ferme, soit de tourteaux de graines oléagineuses, soit enfin de guano, sont répandues dans les champs arrosés ; le mode d'irrigation usité est ainsi favorable à la nitrification des matières azotées contenues dans la couche de terre où l'eau peut pénétrer et où descendent les racines. Les principes soutenus par M. Boussingault sont donc vérifiés. Ce n'est exclusivement ni par les matières azotées (ammoniaque, acide nitrique, ou matières organiques) dissoutes dans les eaux, ni par le limon tenu en suspension, que les irrigations exercent leur action fertilisante. On ne trouve, en effet, ni dans les unes ni dans les autres de ces matières, les quantités de principes azotés, phosphatiques ou potassiques, suffisantes pour expliquer les très-hauts rendements constatés, non pas par exception, mais d'une manière générale, dans toutes les terres arrosées du département des Bouches-du-Rhône. Le rendement des prairies ou des luzernes arrosées dans les Bouches-du-Rhône est compris entre 8 000 et 12 000 kilogrammes de foin fané à l'hectare, contenant de 11 à 19 pour 100 d'eau, tandis que, partout ailleurs, des rendements de 2500 à 4000 kilogrammes de foin fané au même degré sont réputés être excellents.

» D'un autre côté, les analyses, tant botaniques que chimiques, que j'ai effectuées sur dix échantillons de foin pris dans dix localités différentes, mais dont les terrains appartiennent tous à la grande formation de la Crau et de la Camargue, démontrent des qualités nutritives supérieures à celles des foins récoltés dans les prairies soumises, dans d'autres régions, à des modes d'irrigation tout à fait différents, c'est-à-dire effectués plutôt en hiver et au printemps qu'en été, et avec des masses d'eau beaucoup plus considérables, mais avec des interruptions bien moins nombreuses. On donne, par exemple, trois à quatre fois de l'eau, et non de vingt à quarante-trois fois, comme on le fait en Provence. Il faut ajouter que, après l'enlèvement de quantités de fourrages aussi abondantes, on trouve encore dans les prairies arrosées dont nous parlons la nourriture hivernale de

12 à 40 brebis qui reviennent des montagnes et pour lesquelles on paye 5 centimes par tête et par jour de droit de pacage.

» Toutes les prairies naturelles et les luzernes, les cultures maraîchères, les oliviers et le blé reçoivent des arrosages dont les quantités et le nombre varient suivant la nature des récoltes. Pour le blé, par exemple, on a donné en 1875 deux ou trois arrosages seulement en avril et durant la première quinzaine de mai; chaque arrosage s'élève à un débit de 30 litres pendant six heures pour chaque hectare. L'excédant de rendement d'un hectare arrosé, par rapport à un hectare non irrigué, est de 4 hectolitres. Pour les oliviers on donne deux arrosages par an, en juin et en août, et chaque fois de 60 litres par seconde pendant deux heures et quart.

» L'analyse des matières minérales des divers fourrages a conduit à des résultats importants. Ainsi, dans des cendres de luzernes récoltées dans les terrains de la Camargue tout récemment dessalés, et dans lesquels, à une profondeur de 2 à 3 mètres, existaient encore des eaux fortement salées, la proportion de potasse s'élevait à 18 pour 100 environ, tandis que celle de soude n'était que de 6 à 8 pour 100. Chose remarquable, dans ces luzernes, la proportion de soude a été relativement plus faible que dans des fourrages venus sur des terrains où il y a absence d'eau salée. Il paraît y avoir des aptitudes particulières dans les plantes fourragères, soit pour une plus grande proportion de potasse, soit pour une plus grande proportion de chaux; mais la soude, conformément du reste aux expériences de M. Peligot, ne domine jamais.

» Nos analyses font aussi connaître les proportions d'acide phosphorique et de fer existant dans les fourrages provenant de terrains irrigués, et il en résulte que ces foins, dans les Bouches-du-Rhône, présentent à tous égards toutes les qualités que l'on recherche dans les aliments qui doivent être considérés comme complets pour le bétail. L'eau y agit, non pas tant par les principes en dissolution ou en suspensiou qu'elle apporte avec elle, que par les réactions qu'elle exerce sur le sol et les engrais contenus dans la terre, sous l'influence de la chaleur et de la lumière du soleil du midi.

» Enfin, diverses déterminations de températures comparatives des eaux d'arrosage et de l'air atmosphérique établissent que, si, dans le jour, la température de ces eaux est inférieure à celle de l'atmosphère, elle lui est, au contraire, supérieure pendant la nuit.

» Ces études vont être continuées cette année, dans le département des Bouches-du-Rhône et dans le département de Vaucluse, où le jugement de deux concours d'irrigation va m'appeler. Je serais heureux de recevoir à ce sujet, de la part de l'Académie, des directions pour mes recherches. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la durée de la sensation tactile.* Note de M. L. Lalanne, présentée par M. Milne Edwards. (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Robin.)

« La notion de la persistance de la sensation lumineuse résulte d'un phénomène bien vulgaire, de l'effet optique produit par la rotation rapide d'un charbon incandescent. Le cercle lumineux décrit par ce charbon paraît complétement fermé lorsque le mouvement est assez rapide pour arriver à dix tours par seconde. On en conclut que la sensation lumineuse ne s'évanouit qu'un dixième de seconde après la disparition complète de la cause qui l'a produite.

» On sait d'ailleurs que ce chiffre n'a rien d'absolu. Avec d'autres sources lumineuses et par diverses méthodes, on a trouvé des durées variables entre $\frac{1}{15}$ et $\frac{1}{20}$ (M. Lissajous) et même $\frac{1}{30}$ de seconde (Foucault).

» Il était naturel de se demander s'il n'était pas possible de déterminer la durée de la sensation tactile par un procédé du même genre que l'expérience du charbon ardent. Supposons qu'on imprime à un corps flexible, dont le contact ne soit pas de nature à blesser l'épiderme, un mouvement de rotation rapide autour du bras ou de la jambe tenus immobiles. Si le retour du corps frottant à chacun des points de contact s'opère dans un intervalle de temps suffisamment court et tout au plus égal à la durée de l'impression produite, on pouvait penser que, par analogie avec ce qui se passe pour l'œil dans l'expérience du cercle lumineux complétement fermé, on éprouverait, sur toute l'étendue du trajet soumis au frottement, une sensation continue, analogue à celle que produirait la pression d'un bracelet ou d'un anneau. Telle était l'induction en vertu de laquelle l'auteur de cette Note a procédé. MM. Ch. Martins et Aug. Le Pileur voulurent bien accepter la tâche d'entreprendre, de concert avec lui, les expériences qui devaient résoudre la question.

» Il est vrai que nous ne pûmes obtenir une sensation continue sur l'étendue entière du trajet parcouru ; mais, à une certaine vitesse, la continuité de la sensation s'accusait de la manière la plus nette sur un point unique de la périphérie cutanée : nous n'avions donc presque rien à modifier dans notre mode d'opération pour déterminer les conditions de la continuité sur un seul point de l'épiderme, et nous procédâmes à cette détermination pour différentes parties de la main, de l'avant-bras et du bras.

» Les circonstances principales de nos trente-trois expériences sont consignées dans un tableau joint à la Note détaillée qui est soumise à l'Académie. Voici quels en sont les résultats :

» 1° La continuité ne s'est jamais manifestée pour moins de dix tours par seconde. La durée de la sensation tactile observée n'a donc pas surpassé $\frac{1}{10}$ de seconde, et dans un certain nombre d'expériences elle a été moindre.

» 2° La moindre durée observée a été de $\frac{1}{24}$ à $\frac{1}{25}$ de seconde.

» 3° Ce minimum de durée varie avec les individus et suivant les parties du corps.

» Une *équation personnelle*, analogue à celle dont les astronomes sont obligés de tenir compte, a donné une quantité variable entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{14}$ de seconde pour la persistance de la sensation, suivant les observateurs, le contact ayant lieu sur la face dorsale de la deuxième articulation de l'index. Sur la partie externe du bras, entre le deltoïde et l'articulation du coude, la durée était pour un des observateurs d'un peu plus de $\frac{1}{13}$ de seconde, tandis que pour un autre elle descendait presque à $\frac{1}{22}$. Il est à remarquer d'ailleurs que les équations personnelles se sont presque toujours manifestées dans le même sens; la sensibilité tactile conduisait les trois observateurs à apprécier différemment, mais en général dans le même ordre, le nombre de tours nécessaires pour produire la continuité de la sensation. L'inégalité de sensibilité chez un même sujet, inégalité dont la mesure pourrait être désignée sous le nom d'*équation locale*, paraît ressortir aussi du tableau des expériences. Chez un des observateurs la durée de la sensation a varié de $\frac{1}{14}$ de seconde, sur le bord radial de l'avant-bras, à $\frac{1}{22}$ de seconde sur la partie externe du bras entre le deltoïde et l'articulation du coude.

» Le cours de ces recherches a été interrompu, et la dispersion des trois collaborateurs qui les avaient entreprises n'a pas permis de les reprendre. Depuis l'époque déjà ancienne où nos expériences ont été faites, la Physiologie s'est enrichie d'un nombre considérable de faits nouveaux, et l'on a pu mesurer la vitesse avec laquelle une impression extérieure parvient au cerveau; mais cette vitesse est chose complétement différente de la durée de la perception. C'est le silence même des maîtres de la Science en ce qui concerne ce dernier élément qui nous a inspiré l'idée d'exposer des résultats obtenus depuis trente-quatre ans déjà, et malheureusement encore bien incomplets.

» On voit, d'après ce qui précède, que la durée de la sensation tactile est peu différente de la durée de la sensation lumineuse.

» Le moindre nombre de chocs nécessaires pour engendrer un *son* est de huit à dix par seconde, ce qui suppose que l'impression produite sur l'oreille par un de ces chocs dure encore au moment où la vibration déterminée par le choc suivant vient à se produire; d'où résulte un *maximum* de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde pour la persistance de la sensation acoustique.

» Le *minimum* est beaucoup plus difficile à déterminer avec précision. Il descendrait à $\frac{1}{132}$ de seconde suivant M. Helmholtz, qui assure que les cent trente-deux battements auxquels donne lieu la dissonance si_4 ut_5 sont perceptibles et distincts sur un instrument à sons tenus, tels que l'orgue et l'harmonium. Malgré l'existence, dans l'appareil auditif, de fibres nombreuses et distinctes qui sont mises en action par des notes de hauteur différente, il est certain que, musicalement parlant, l'oreille ne supporte guère plus de quatorze à seize notes par seconde : c'est ainsi tout ce que la main la plus exercée peut produire sur un instrument.

» Il est donc permis de considérer comme des faits de même ordre les variations, dans des limites assez étendues d'ailleurs, de la durée de la sensation, qu'elle soit optique, acoustique ou tactile; ce qui n'a rien que de conforme à ce que nous savons de la nature de nos sens et de leurs relations mutuelles. »

VITICULTURE. — *Sur les galles des feuilles de vignes françaises; ponte de l'insecte issu de l'œuf d'hiver; éclosion des œufs formant la deuxième génération; migration de ces nouveau-nés.* Lettre de M. **Boiteau** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 3 juin 1876.

« Dans ma Communication du 10 mai dernier, je donnais à l'Académie la description des galles des feuilles de vignes françaises, telles qu'elles se trouvaient alors, mais encore incomplètes. Du 10 mai au 2 juin, elles ont subi les modifications suivantes : leur volume a augmenté et le dessous de la feuille les accuse davantage; elles ont la forme d'une cupule de gland. Leur proéminence mesure 1 ou 2 millimètres. Leur surface est rugueuse et couverte de poils laineux blanchâtres. Elles ne sont pas épineuses comme celles des feuilles des vignes américaines. Leur couleur est quelque-

fois verte, mais le plus souvent elles sont rougeâtres, quelques-unes cramoisi, surtout celles qui sont situées sur les dentelures. Leur face supérieure présente une ouverture d'aspect varié, formée par le rapprochement du bord circulaire. Cette ouverture, pourvue de productions blanches opalines, celluleuses, en forme de poils, est tantôt arrondie ou quadrangulaire, d'autres fois ovalaire; certaines ont l'aspect d'une étoile à trois branches. Celles situées sur le bord de la feuille sont souvent fermées par un repli de la dentelure. Un bourrelet assez saillant se dessine au pourtour de l'ouverture; il est souvent rougeâtre. L'intérieur de cette galle est lisse et forme une galerie qui contient aisément l'insecte et un grand nombre d'œufs.

» Par une coupe verticale, on constate que la partie formant le fond de la cupule est très-épaisse relativement et présente à son centre une saillie en forme de manchon arrondi. Une galle complète et bien formée mesure environ 3 millimètres de hauteur sur 2 ou 3 millimètres de diamètre. Beaucoup sont incomplètes et abandonnées. On peut en fixer la proportion à la moitié.

» Dans les galles bien formées, on trouve un insecte qui mesure de $\frac{90}{100}$ de millimètre à 1 millimètre $\frac{1}{10}$ de longueur sur $\frac{60}{100}$ à $\frac{90}{100}$ de millimètre de largeur. Les deux mues sont opérées vers le 19 mai, et la première ponte observée remonte au 24 mai. M. Lichtenstein a vu la ponte dans les galles américaines chez M. Laliman, le 13 mai.

» Les œufs ont la forme et les dimensions de ceux des aptères hypogées; leur couleur est plus claire et plus brillante. L'insecte les dépose en tas séparés, leur nombre est très-variable, mais il atteint des proportions considérables. Dans une galle de Taylor, j'ai compté de 250 à 300 œufs, et l'insecte pondait toujours. Dans les galles des vignes françaises le chiffre ne paraît pas aussi élevé : il ne m'a guère été permis d'en compter plus de 80, seulement l'insecte pondait encore et ne semblait pas près de s'arrêter.

» Le 29 mai, j'ai eu des éclosions dans des galles de vignes américaines; mais ce n'est que le 2 juin que j'ai vu le même fait sur les vignes françaises.

» Les insectes provenant des œufs de cette première génération sont en tout semblables à ceux issus de l'œuf d'hiver; il semble cependant que la coupe ovalaire du troisième article de l'antenne est plus visible. Leur agilité est considérable. Ils marchent très-vite et se dérobent facilement à la vue. Sur une surface lisse et unie, feuille de papier, lame de verre,

pampre de vigne, ils parcourent 13 ou 14 millimètres à la minute, soit 80 centimètres à l'heure. Immédiatement après la naissance, ils abandonnent la galle et se dirigent vers le sommet des pampres à la recherche des feuilles tendres. Toutes les feuilles de première formation, situées entre la première ou la seconde du bas, où sont les premières galles, et la dernière ou l'avant-dernière du haut, où il va probablement s'en former de nouvelles, ne présentent pas d'insectes; ils la traversent sans s'y arrêter. Il n'en est pas de même des feuilles portées par les pampres adventices (rameaux stipulaires, filloles, etc.) qui naissent à l'aisselle du pétiole, à côté du bourgeon hivernant. Ces feuilles à peine développées et très-tendres en possèdent beaucoup.

» Ils se fixent, comme leurs parents immédiats, dans l'épaisseur du duvet qui recouvre la face supérieure de ces jeunes feuilles. Leur recherche est très-simple et très-facile, en se guidant sur les galles déjà existantes. Prendront-ils tous la direction ascendante? C'est ce que je vais chercher à élucider. Il ne m'a pas encore été permis de constater leur présence sur les racines des pieds atteints. Les insectes trouvés par plusieurs observateurs sur les ceps, et ceux qui ont été aperçus à plusieurs reprises, par M. Faucon, sur le sol, doivent provenir des migrations des générations extérieures. »

ZOOLOGIE. — *Notes pour servir à l'histoire des Phylloxériens et plus particulièrement de l'espèce* Phylloxera Acanthokermes, *Kollar* (s. Acanth. quercûs); par M. J. **Lichtenstein.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En dehors de l'intérêt particulier qui s'attache à l'histoire du Phylloxera de la vigne, l'étude des métamorphoses de tout le groupe des Phylloxériens présente à l'observateur les phénomènes les plus curieux.

» Dans un précédent travail, inséré dans les *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 782, j'avais essayé de disposer méthodiquement les espèces de Phylloxera qui m'étaient connues; une d'elles, que je ne connaissais que de nom et qui n'avait pas été retrouvée depuis que Kollar l'avait signalée, il y a une vingtaine d'années, comme vivant sur les feuilles de chêne à Schönbrun, m'intriguait beaucoup.

» D'après les figures du savant autrichien, insérées aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* de Vienne, t. Ier, p. 78, ce bizarre insecte

venait confirmer l'opinion, émise par moi, que les Phylloxeras étaient plutôt des *Coccidiens* que des *Aphidiens,* et je le recherchais avec ardeur.

» Quelle ne fut donc pas ma satisfaction quand, le 20 mai, me trouvant chez M. Delbrück, au Vallier, près de Langoiran (Gironde), je remarquai sur un vieux chêne des feuilles chargées d'une bosselure lenticulaire que je ne connaissais pas, mais que je devinais devoir être l'*Acanthokermès*... En effet, en retournant la feuille, je trouvai enchâssé dans une petite cavité circulaire, comme une pierre précieuse dans le chaton d'une bague, ce puceron frangé de petits tubercules étoilés à huit branches qui le rendent si remarquable.

» Je fis une forte provision de ces feuilles ; en les scrutant l'une après l'autre, je fus fixé par l'examen des mues sur les formes primitives; à côté de cela, l'éducation des insectes vivants et conservés en tubes de verre me donnait avec une rapidité inouïe les formes que j'attendais, *andro* et *gynécophore*, et enfin un grand nombre de sexués qui s'accouplent actuellement en grand nombre dans les flacons où je les tiens captifs.

» Je rappellerai ici en peu de mots la série des métamorphoses phylloxériennes, pour faire ressortir les caractères par lesquels l'espèce *Acanthokermès* se distingue des autres.

» Prenant pour type le Phylloxera de la vigne dont le cycle de vie est complétement connu, nous avons :

L'œuf pondu par une femelle fécondée par le mâle et qui est toujours unique.

Le type du Phylloxera *gallicole* qui provient de cet œuf et se rend dans les bourgeons où il produit des galles quand les feuilles de la vigne sont d'une espèce qui se prête à ces formations; le *même insecte* peut, à défaut de galles, se développer et vivre sur les racines; mais je crois que c'est une modification apportée par la nécessité aux habitudes normales d'un insecte destiné par la nature à une migration aérienne. Ce type, soit dans les galles, soit sur les racines, se propage parthénogénésiquement et même pendant plusieurs années chez ceux qui sont souterrains.

Le type *radicicole* provenant du précédent.

La nymphe surgissant au milieu des colonies souterraines et sortant de terre.

L'insecte ailé *androphore* ou *gynécophore* portant trois ou quatre pupes; les insectes sexués aptère, mâle et femelle, provenant de ces pupes, cette dernière pondant l'œuf unique du début.

» Les Phylloxeras des feuilles du chêne *quercûs* et *coccinea* dont j'ai décrit précédemment les migrations manquent de colonies souterraines et ont, à côté de la forme ailée que j'ai appelée *anthogénésique* et qui est destinée à transporter les pupes d'où proviennent les insectes sexués, une

seconde forme ailée, au printemps, qui ne porte que de nombreux *œufs-bourgeons*, d'où proviennent les aptères *parthénogénésiques* qui piquent les feuilles.

» Or, voici à présent ce que nous présente l'*Acanthokermès :*

» Au printemps, dès que la feuille du chêne paraît, c'est un petit puceron blanchâtre, avec les antennes de trois articles et toute l'apparence extérieure du *Phylloxera quercûs*, mais il est d'un tiers plus grand et présente au bout de l'abdomen *deux longs poils* qui le font ressembler à un *Coccidien* jeune. Cet insecte se fixe au-dessous de la feuille et sous sa piqûre, il se forme une dépression parfaitement circulaire d'environ 1 millimètre de diamètre, qui ressort en bosselure lisse, lenticulaire sur la face supérieure.

» Alors il se change en nymphe; mais cette nymphe n'a pas, comme chez les autres espèces, de fourreau d'ailes; elle est tout simplement entourée d'une série de tubercules charnus symétriquement disposés et terminés par une petite étoile à huit branches étalée comme une astérie. On voit déjà distinctement les pupes dans son sein.

» La peau de cette nymphe se fend, et l'insecte que j'appelle *Andro* ou *Gynécophore* apparaît. Ailé chez tous les autres Phylloxeras, dont j'ai pu suivre les métamorphoses, ici il est complétement aptère, mais muni de longues jambes; il marche prestement et va transporter en lieu sûr les pupes sexuées dont il est rempli. Car ici ce n'est plus 3 ou 4 pupes, comme chez le *Vastatrix,* ni 5 à 6 comme chez le *Quercûs,* c'est un paquet de 60 à 80 enveloppes de deux dimensions que cet insecte dépose un peu partout dans mes flacons. Son rôle est très-court; n'étant destiné qu'à aller mettre à l'abri les pupes dont il est rempli, il s'acquitte très-vite de cette tâche, et c'est ainsi que ceux qui me sont nés le 21 mai avaient déjà tous déposé leurs enveloppes sexuées et étaient morts à côté d'elles le 23.

» La sortie des insectes sexués s'opère comme chez tous les autres Phylloxériens : elle suit d'assez près, de 6 à 7 jours environ, le dépôt des pupes; les insectes mâles me paraissent être dans la proportion d'environ un quart sur le nombre des naissances; ils sont plus petits et plus élancés que les femelles, ont les pattes plus noires, et enfin présentent un pénis triangulaire, recourbé à angle droit au bout de l'abdomen et très-saillant. Ils s'accouplent avec beaucoup d'ardeur et plusieurs fois de suite avec différentes femelles; les deux sexes sont privés de rostre. Celles-ci, après accouplement, se réfugient dans les fentes des bouchons où, je pense, elles ne tarderont pas à déposer leurs œufs uniques.

» Je tâcherai de compléter un jour l'histoire de cette espèce comme j'ai pu le faire pour quelques autres, espérant que l'Académie voudra bien continuer à accueillir avec bienveillance mes Communications. »

M. Ch. Brame adresse, par l'entremise de M. Yvon Villarceau, une nouvelle copie du Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie dans une précédente séance (1). Ce Mémoire a pour objet l'étude des influences perturbatrices des masses voisines, pour changer la forme et la disposition des cristaux. (Extrait.)

« Si, dans le voisinage des centres d'attraction utriculaire, les particules se constituent à l'état cristallin dans une cyclide où il existe d'autres particules, également encyclides, homogènes ou hétérogènes, qui troublent leurs relations d'équilibre, le premier cristal constitué en éprouvera constamment des modifications, des altérations ou même des oblitérations dans sa forme type (2), puisque certaines parties de préférence à d'autres sont soumises aux influences perturbatrices dont il s'agit. L'action perturbatrice se borne à changer les positions relatives des cristaux entre eux, ou les relations des utricules avec les cristaux; tantôt ceux-ci conservent intégralement leur type, tantôt ils le modifient plus ou moins profondément, mais sans modifier sensiblement le système cristallin auquel ils appartiennent.

» Les principales modifications imprimées aux cristaux engendrés dans les cyclides et relatées dans ce Mémoire sont relativement à la forme : modifications, altérations, oblitérations, produites par l'empiétement des centres d'action les uns sur les autres, par l'apparition de nouveaux centres d'action, sur la limite d'une cyclide; par le ramollissement de masses voisines, occasionné par la chaleur, par le retrait s'exerçant sur une couche mince de soufre mou, produit par soudure d'utricules; par l'action de divers gaz et vapeurs en petite quantité. Les modifications, en général, respectent le type cristallin; cependant elles peuvent aller jusqu'à atteindre la forme limite.

» Relativement aux dispositions relatives des cristaux entre eux ou bien des utricules et des cristaux, il y a lieu de tenir compte des faits suivants : dendrites disposées en cercles ou composées d'octaèdres altérés, oblitérés, méconnaissables, sauf quelques-uns (action de la chaleur); dendrites disposées en cercles, partant comme les précédentes d'un centre commun et

(1) *Comptes rendus*, janvier 1876.

(2) Il peut même passer à la forme limite.

composées de tables carrées, rectoprismatiques ou hexagonales produites par une condensation très-prolongée de la vapeur de soufre ou par l'action de cette vapeur sur les utricules déjà formées ; cristaux perpendiculaires les uns sur les autres ou parallèles ; formation dépendante (retrait) ; épicristallie latérale (action de la chaleur, dégagement d'un agent chimique), épicristallie (chaleur, vapeur de soufre, d'éther, d'essence de térébenthine) ; cristaux barillaires (chaleur, agents chimiques) etc..... »

(Commissaires : MM. Daubrée, Pasteur, Des Cloizeaux.)

MM. **Bruneau**, **F. Chevalier**, **Morin** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Mme **H.-B. Petitjean** adresse une Note sur la formation des couches à champignons. (Extrait.)

« Les uns les forment avec du crottin de cheval ou d'âne, les autres avec des criblures d'avoine, d'orge surtout, de blé, de seigle, soit séparément, soit mélangées.

» Si l'on veut obtenir de beaux champignons blancs et très-gros, il faut mêler, bien exactement au terreau sur lequel ils reposent, une petite quantité de poudre de cornes de moutons, de bœufs, etc., couvrir et arroser convenablement, comme il est d'usage. »

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **V. Mimault** adresse plusieurs Notices, accompagnées de dessins, sur « des appareils télégraphiques imprimeurs multiples à fonctions ou mouvements progressifs ».

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. du Moncel.

M. **Prieur** adresse une Note contenant la description et la coupe d'une cheminée fumivore, susceptible d'être adaptée aux locomotives et aux bateaux à vapeur.

(Commissaires : MM. Morin, Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le général **Favé** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Séguier*.

(Renvoi à la Commission).

ASTRONOMIE. — *Éléments de la planète* (162). Note de M. **Rayet**.

« Les éléments elliptiques suivants ont été calculés avec les observations des 21 avril, 1 et 12 mai 1876 :

Époque : 1876, mai 1,5, temps moyen de Greenwich.

$$
\begin{aligned}
M_0 &= 65^\circ\, 9'\, 46'',49 \\
\varpi &= 129.\ 6.11,44 \\
\Omega &= 37.51.37,54 \\
i &= 6.51.14,16
\end{aligned}
\left.\vphantom{\begin{aligned}a\\a\\a\\a\end{aligned}}\right\}\ \text{Écliptique et équinoxe moyen de 1876,0.}
$$

$$
\begin{aligned}
\varphi &= 10.27.32,17 \\
\log a &= 0,4847086 \\
\log \mu &= 2,8229437
\end{aligned}
$$

» La planète, déjà extrêmement faible le 21 mai, s'éloigne à la fois du Soleil et de la Terre, et il est probable qu'elle ne sera plus observée cette année; il m'a donc paru inutile de calculer une éphéméride avant que les éléments précédents soient rectifiés à l'aide de l'ensemble des observations. »

ANALYSE. — *Sur les équations linéaires du second ordre*. Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« Le Mémoire sur les équations linéaires du second ordre, dont M. Jordan a lu les conclusions devant l'Académie des Sciences, le 13 mars dernier, me rappelle que j'ai publié depuis longtemps des résultats plus complets sur la même question dans les *Annales de Tortolini* (t. V, 1863). Après avoir fait disparaître le second terme de l'équation différentielle proposée pour la mettre sous la forme

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = Py,$$

où P désigne une fonction rationnelle de x, je démontre une suite de

théorèmes, dont le dernier (le seizième), résumant ceux qui le précèdent, est énoncé de la manière suivante :

« Si l'intégrale générale de l'équation $\frac{d^2y}{dx^2} = Py$ est algébrique, il y aura toujours une intégrale particulière y, telle que la fonction $\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}$ soit une fonction rationnelle de x, ou une racine d'une équation du deuxième ou du quatrième degré. »

» L'intégrale particulière considérée ici est racine d'une équation irréductible

$$(2) \qquad F(y) = y^{m\mu} + p_1 y^{(m-1)\mu} + p_2 y^{(m-2)\mu} + \ldots + p_m = 0,$$

formée de telle sorte que, les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_m$ étant des fonctions rationnelles de x, le plus grand diviseur commun μ des composants de y soit le plus grand possible. Il est évident que, si toutes les racines de l'équation $F(y) = 0$ avaient un rapport constant avec l'une d'entre elles, on aurait $F(y) = y^\mu + p_1$. Laissant ce cas de côté, je suppose que l'équation $F(y) = 0$ admette quelque racine $y_1 = \theta(y)$ dont le rapport avec y ne soit pas constant, et, pour démontrer le théorème énoncé relativement à la fonction $\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}$, j'examine les diverses formes que peut présenter $F(y)$ suivant la valeur de μ. Si μ est différent de 6, je déduis des théorèmes précédemment démontrés que toutes les racines de l'équation $F(y) = 0$ sont comprises dans les deux formules ay, $b\psi(y)$, où

$$\psi(y) = \alpha y^{\mu-1} + 6 y^{2\mu-1} + \ldots + \lambda y^{m\mu-1},$$

a et b désignent des constantes; $\alpha, 6, \ldots, \lambda$ des fonctions rationnelles de x. Si $\mu = 6$, et que les racines de $F(y)$ ne soient pas toutes comprises dans les deux formules ay, $b\psi(y)$, comme dans le cas précédent, il résulte du treizième théorème que $F(y)$ est du 24ᵉ degré, en sorte que y vérifie l'équation

$$(3) \qquad y^{24} + p_1 y^{18} + p_2 y^{12} + p_3 y^6 + y^4 = 0.$$

» On trouve aisément la forme du polynôme $F(y)$ dans le cas où toutes ses racines ont un rapport constant avec l'une des deux racines y ou $\psi(y)$; comme ce polynôme est irréductible, il ne peut admettre comme racine y et ay sans admettre aussi tous les termes de la suite a^2y, a^3y, $a^4y, \ldots$, ce qui exige que a soit une racine de l'unité. De même $F(y)$ admet comme racines tous les termes de la suite $\psi(y)$, $a\psi(y)$, $a^2\psi(y), \ldots$. On

conclut de là que

(4) $$F(y) = y^{2\mu} + p_1 y^\mu + p_2, \quad y^\mu [\psi(y)]^\mu = p_2.$$

» Dans le cas où $F(y) = y^\mu + p_1$, l'équation différentielle (1) admet une seconde intégrale particulière

$$y_1 = y \int_{x_0}^x \frac{dx}{y^2}.$$

» Comme cette intégrale est supposée algébrique, le procédé employé pour la démonstration du septième théorème montre que l'on a

$$y_1 = y \int_{x_0}^x \frac{dx}{y^2} = \alpha y^{\mu-1} = -\frac{\alpha p_1}{y}.$$

» En joignant ce résultat à ceux qui précèdent, nous pouvons énoncer le théorème suivant :

» Théorème. — *Si l'intégrale générale de l'équation différentielle* (1) *est algébrique, elle est de la forme* $Cy + Cy_1$, *les intégrales particulières* y, y_1 *étant :*

» *Soit déterminées par les équations* $y^\mu = A$, $y_1 = \frac{B}{y}$, A *et* B *désignant des fonctions rationnelles de la variable* x;

» *Soit des racines d'une même équation trinôme* $y^{2\mu} + p_1 y^\mu + p_2 = 0$;

» *Soit enfin des racines d'une équation à cinq termes*

$$y^{24} + p_1 y^{18} + p_2 y^{12} + p_3 y^6 + p_4 = 0,$$

p_1, p_2, p_3, p_4 *désignant des fonctions rationnelles de la variable* x.

» Ces résultats nous permettent de simplifier le théorème de M. Fuchs, plus encore que ne l'a fait M. Jordan; il en résulte, en effet, que la fonction homogène $\varphi(y, y_1)$, visée dans le théorème de M. Fuchs, a toujours l'une des trois formes y, yy_1; ou $yy_1(ay + by_1)(a'y + b'y_1)$, a, b, a', b' étant des constantes. Quand $F(y)$ est de la forme $y^\mu + p_1$, y est racine d'une équation binôme, et le produit yy_1 est rationnel; quand

$$F(y) = y^{2\mu} + p_1 y^\mu + p_2, \quad [yy_1]^\mu = p_2;$$

enfin, quand $F(y)$ appartient au troisième type,

$$[yy_1(ay + by_1)(a'y + b'y_1)]^6 = p_4.$$

On peut donc former par la méthode de M. Liouville, rappelée par M. Fuchs, une équation différentielle linéaire du cinquième ordre, qui

devra être vérifiée par une racine d'une équation binôme, toutes les fois que l'équation différentielle (1) admettra une intégrale algébrique.

» Des recherches postérieures à la publication du Mémoire de 1863 me permettent de résoudre très-simplement le problème visé par les travaux cités de M. Fuchs et de M. Jordan, de décider si l'intégrale d'une équation différentielle linéaire du second ordre peut s'exprimer par un nombre fini de fonctions algébriques, exponentielles ou circulaires, et de quadratures indéfinies relatives à la variable indépendante. D'après les résultats de ces recherches, la fonction $\varphi(y, y_1)$ de M. Fuchs se réduit toujours au premier ou au second degré. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en séries des fonctions* $Al(x)$. Note du **P. Joubert** (1), présentée par M. Hermite.

« La première partie du théorème étant ainsi démontrée, il est facile, en recourant à l'équation (2), de faire voir que p^2 ne peut surpasser le nombre m. Substituons, dans cette équation, le développement de $Al(x)$ en série, et égalons à zéro le coefficient de k^{2m}, il vient

$$(3) \qquad U''_m + 4mU_m + 2xU'_{m-1} + [x^2 - 4(m-1)]U_{m-1} = 0.$$

» La loi énoncée est évidemment vraie pour U_1 : il suffit donc de montrer que, si elle a lieu pour U_{m-1}, il en est encore de même pour U_m. Posons

$$U_{m-1} = \Sigma u_{m-1}^{(p)},$$

en désignant $f(x)\cos 2px + \varphi(x)\sin 2px$ par $u_{m-1}^{(p)}$, le carré de p ne pouvant surpasser $m-1$. A chaque terme $u_{m-1}^{(p)}$ correspond une expression de même forme $u_m^{(p)}$, complétement déterminée, satisfaisant à l'équation

$$\frac{d^2u_m^{(p)}}{dx^2} + u_m^{(p)} + 2x\frac{du_{m-1}^{(p)}}{dx} + [x^2 - 4(m-1)]u_{m-1}^{(p)} = 0;$$

et, par suite, l'intégrale générale de l'équation (3) peut s'écrire

$$U_m = A\cos 2x\sqrt{m} + B\sin 2x\sqrt{m} + \Sigma u_m^{(p)},$$

A et B étant deux constantes. Nous avons $B = 0$, puisque U_m est une fonction paire de x; et maintenant, si m n'est pas un carré, la forme connue d'avance de U_m exige $A = 0$; si, au contraire, m est un carré, la constante A

(1) Fin de la Communication présentée dans la séance du 29 mai 1876.

est obtenue en posant $U_m = 0$ pour $x = 0$. Dans tous les cas, U_m remplit les conditions énoncées.

» En suivant la marche que nous venons d'indiquer, voici les résultats auxquels nous parvenons :

$$4U_1 = -x^2 + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2x,$$

$$4^2 U_2 = \frac{x^4}{2} - x^2 + \frac{5}{4} + \cos 2x\left(\frac{x^2}{2} - \frac{5}{4}\right) - x\sin 2x,$$

$$4^3 U_3 = -\frac{x^6}{6} + \frac{3x^4}{4} - \frac{5}{2}x^2 + \frac{15}{4} + \cos 2x\left(-\frac{x^4}{4} + \frac{5}{2}x^2 - \frac{15}{4}\right)$$
$$+ \sin 2x\left(x^3 - \frac{15}{4}x\right),$$

$$4^4 U_4 = \frac{x^8}{1.2.3.4} - 2\frac{x^6}{1.2.3} + 2x^4 - \frac{119}{16}x^2 + \frac{1559}{128}$$
$$+ \cos 2x\left(\frac{x^6}{12} - \frac{15}{8}x^4 + \frac{79}{8}x^2 + \frac{195}{16}\right)$$
$$- \sin 2x\left(\frac{x^5}{2} - \frac{59}{12}x^3 + \frac{107}{8}x\right) + \frac{1}{128}\cos 4x,$$

....

» On trouve de même, en général,

$$(-1)^m 4^m U_m = \frac{x^{2m}}{1.2\ldots m} - \frac{m}{2}\frac{x^{2m-2}}{1.2\ldots(m-1)} + \frac{m^2+5m-4}{8}\frac{x^{2m-4}}{1.2\ldots(m-2)}$$
$$- \frac{m^3+15m^2+35m-87}{48}\frac{x^{2m-6}}{1.2\ldots(m-3)}$$
$$+ \frac{m^4+30m^3+239m^2+174m-2019}{384}\frac{x^{2m-8}}{1.2\ldots(m-4)} - \ldots$$
$$+ \cos 2x\left[\frac{1}{2}\frac{x^{2m-2}}{1.2.3\ldots(m-1)} - \frac{5(m-1)}{4}\frac{x^{2m-4}}{1.2.3\ldots(m-2)}\right.$$
$$+ \frac{(m+2)(43m-93)}{3.2^4}\frac{x^{2m-6}}{1.2\ldots(m-3)}$$
$$\left. - \frac{499m^3+1740m^2-9784m-3090}{2^5.3^2.5}\frac{x^{2m-8}}{1.2\ldots(m-4)} + \ldots\right]$$
$$- \sin 2x\left[\frac{x^{2m-3}}{1.2\ldots(m-2)} - \frac{14m+3}{12}\frac{x^{2m-5}}{1.2\ldots(m-3)}\right.$$
$$\left. + \frac{71m^2+206m-355}{2^3.3.5}\frac{x^{2m-7}}{1.2\ldots(m-4)} - \ldots\right],$$

.... »

GÉOMÉTRIE. — *Du nombre des points de contact des courbes algébriques ou transcendantes d'un système avec une courbe algébrique.* Note de M. G. **Fouret**, présentée par M. Ossian Bonnet.

« Étant donnés sur un plan une courbe algébrique U_m^n du $m^{ième}$ degré et de la $n^{ième}$ classe, et un système de courbes algébriques ou transcendantes, caractérisé par les nombres μ et ν de ces courbes qui passent par un point quelconque et touchent une droite quelconque, on connaît immédiatement le nombre des points de U_m^n en lesquels cette courbe est tangente à des courbes du système. On peut en effet énoncer le théorème suivant, qui est toujours vrai, avec cette seule restriction qu'aucun des points de U_m^n ne soit un point commun à toutes les courbes du système.

» THÉORÈME. — *Le nombre des points de contact des courbes algébriques ou transcendantes d'un système* (μ, ν), *avec une courbe algébrique du* $m^{ième}$ *degré et de la* $n^{ième}$ *classe, est égal à* $n\mu + m\nu$.

» Cet important théorème, pour le cas des systèmes de courbes algébriques, est dû, comme on sait, à M. Chasles (*). Une démonstration complète en a été donnée par M. Zeuthen pour ce cas spécial et déjà très-étendu (**). Il nous a paru intéressant d'avoir, du même théorème généralisé (***), une démonstration rigoureuse, et d'une simplicité répondant à celle de l'énoncé. C'est cette démonstration que nous présentons à l'Académie (****). Nous partons du théorème suivant (*****) :

» *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν), (μ', ν') *de courbes algébriques ou transcendantes, le lieu des points de contact de deux courbes de l'un et l'autre système est une courbe de degré* $\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu$.

» Supposons que le système (μ', ν') soit un faisceau ponctuel de courbes du $m^{ième}$ degré. On a alors, comme l'on sait, $\mu' = 1$, $\nu' = 2(m-1) - p$, en désignant par p un nombre entier, dépendant de la présence de courbes multiples dans le faisceau. Par suite :

» *Le lieu des points de contact des courbes d'un système* (μ, ν), *avec une*

(*) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 210.

(**) *Mathematischen Annalen*, 3e vol., p. 153.

(***) Ce théorème a été énoncé par nous, sans démonstration, dans un précédent Mémoire (*Bulletin de la Société Mathématique*, t. II, p. 82).

(****) M. Halphen a donné une démonstration analytique du même théorème, dans un Mémoire qui doit paraître sous peu dans le *Journal de Mathématiques* de M. Resal.

(*****) Voir la démonstration de ce théorème, *Bulletin de la Soc. Mathémat.*, t. II, p. 82.

série de courbes algébriques du $m^{ième}$ *degré formant un faisceau, est une courbe du degré* $(2m - p - 1)\mu + \nu$.

» On reconnaît de plus immédiatement que *chacun des points fondamentaux du faisceau est un point multiple d'ordre* μ *du lieu, les* μ *branches étant tangentes aux* μ *courbes du système qui passent en ce point*. Enfin, *les points singuliers des courbes du faisceau sont des points singuliers du lieu.*

» Cela posé, étant donnée dans le plan d'un système (μ, ν) une courbe algébrique U_m^n du $m^{ième}$ degré et de la $n^{ième}$ classe, formons un faisceau ponctuel de courbes de degré m dont U_m^n fasse partie, ce qui est évidemment possible, et même d'une infinité de manières. A l'aide de ce faisceau et du système (μ, ν) construisons le lieu ci-dessus défini. En vertu du théorème de Bezout, la courbe (C) ainsi obtenue coupe U_m^n en un nombre de points égal ou plutôt équivalent à $m[(2m - p - 1)\mu + \nu]$. Parmi ces points figurent les m^2 points fondamentaux du faisceau et les points singuliers de U_m^n; les autres sont des points de contact des courbes du système avec U_m^n, car appartenant à (C) ils sont chacun le point de contact d'une courbe (μ, ν) avec une courbe du faisceau, et cette dernière ne peut être que U_m^n, puisque par chaque point du plan, autre que les points fondamentaux et les points singuliers, il ne passe qu'une branche de courbe du faisceau. Pour avoir le nombre des points de contact cherchés, il faut donc simplement déduire du nombre total des points d'intersection de U_m^n et de (C) le nombre de ces points absorbés par les points fondamentaux et les points singuliers. Or, chacun des m^2 points fondamentaux étant un point multiple d'ordre μ de (C), compte μ fois dans l'intersection de (C) avec U_m^n. Quant aux points singuliers de U_m^n, ils comptent ensemble pour un certain nombre de points qu'il serait aussi difficile qu'inutile d'évaluer *a priori :* il nous suffira de remarquer que ce nombre est nécessairement indépendant de la caractéristique ν (*). En le désignant par $\varphi(\mu)$, le nombre N des points de contact cherchés peut s'écrire :

$$(1)\ N = m[(2m - p - 1)\mu + \nu] - m^2\mu - \varphi(\mu) = m(m - p - 1)\mu + m\nu - \varphi(\mu).$$

Cette formule ne fait pas encore connaître N; mais elle nous montre que N s'exprime linéairement en fonction de ν, et que le coefficient de ν est égal à m.

(*) Ce fait peut se justifier par quelques considérations analytiques fort simples; mais il est tout aussi évident que cet autre fait, admis sans démonstration, et consistant en ce que le nombre des points d'intersection de deux courbes absorbés par un point singulier commun est indépendant des degrés de ces courbes.

» Pour achever de déterminer N, transformons la figure par polaires réciproques. Le système (μ, ν) se change alors en un autre système (ν, μ), et la courbe U_m^n en une autre courbe V_n^m de degré n et de classe m. D'ailleurs, les contacts de V_n^m avec les courbes du système transformé correspondent un à un aux contacts de U_m^n avec les courbes du système primitif; en un mot, le nombre de ces contacts se conserve dans la transformation. Par suite, en désignant par q et $\psi(\nu)$ les deux nombres qui, dans la nouvelle figure, correspondent respectivement à p et à $\varphi(\mu)$ dans l'ancienne, on a

(2) $$N = n(n-q-1)\nu + n\mu - \psi(\nu).$$

Le nombre N, suivant cette expression, est une fonction linéaire de μ, dans laquelle le coefficient de μ est égal à n.

» En comparant les égalités (1) et (2), on a donc en fin de compte

$$N = n\mu + m\nu.$$

» *Remarque*. — De l'identité des formules (1) et (2) on conclut encore

(3) $$\varphi(\mu) = h\mu,$$

(4) $$\psi(\nu) = k\nu,$$

h et k désignant des nombres entiers. D'autre part, nous pouvons supposer que l'on ait choisi sur U_m^n les m^2 points fondamentaux du faisceau, de façon que ce faisceau ne comprenne aucune courbe multiple de degré inférieur à m. On sait que, dans cette hypothèse, le nombre que nous avons désigné par p est nul.

En faisant $p = 0, q = 0$, dans les relations (1) et (2), et ayant égard à (3) et (4), on obtient

$$m(m-1) - h = n, \quad n(n-1) - k = m.$$

» Ces égalités signifient que h est égal à l'*abaissement de classe* produit dans U_m^n par l'existence sur cette courbe d'un ou plusieurs points singuliers, et que k est égal à l'*abaissement de degré* dû aux tangentes singulières. Par suite :

» I. — *Le nombre des contacts simples des courbes d'un système (μ, ν) avec une courbe algébrique, qui sont confondus en un point singulier de cette courbe, est égal à μ fois l'abaissement de classe produit par ce point singulier.*

» II. — *Le nombre des points de contact absorbés par toute tangente singulière de la courbe algébrique, est égal à ν fois l'abaissement de degré dû à cette tangente singulière.* »

MÉCANIQUE. — *Perfectionnement apporté à l'indicateur de Watt.* Note de M. **Mallet**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Ce perfectionnement a pour but de rendre l'indicateur applicable spécialement aux machines à grande vitesse et à travail très-variable, telles que les locomotives. On sait que le relevé des diagrammes d'indicateur, sur ces machines, est extrêmement laborieux, surtout si l'on veut en avoir un certain nombre, comme il est nécessaire pour connaître le travail réellement développé dans un certain parcours.

» L'appareil de M. Mallet permet de relever autant de courbes qu'on le désire, à chaque instant de la marche, sans aucune peine et même sans qu'on soit obligé d'approcher de l'indicateur; il permet en outre d'obtenir sur le papier tous les éléments du travail, efforts et vitesses.

» L'indicateur proprement dit, c'est-à-dire les cylindre, piston, ressort et traceur, ne diffère pas des indicateurs ordinaires; seulement, le papier est continu et enroulé sur deux bobines semblables à celles des appareils télégraphiques; l'une des bobines est mise en mouvement d'une manière quelconque, généralement par un mouvement d'horlogerie, mais seulement lorsqu'on veut relever les diagrammes; il suffit, dans ce cas, à l'observateur placé commodément sur la plate-forme de manœuvre ou même dans une voiture, de poser le doigt sur un bouton et d'établir ainsi un courant électrique, pour que le papier se mette en mouvement et marche tant que le contact a lieu. La vitesse absolue du papier est d'ailleurs indifférente et peut même être irrégulière.

» Le traceur attaché au piston de l'indicateur donne donc une courbe continue des pressions, tandis qu'un autre traceur fixe marque la ligne qui représente la pression atmosphérique. De petits contacts établis aux extrémités des glissières, et touchés alternativement par un contact fixé sur la tête du piston à vapeur, font à chaque fin de course jaillir du traceur des pressions une étincelle qui perce le papier à des points correspondant rigoureusement aux fins de course, de sorte que chaque course simple du piston est parfaitement délimitée sur le papier. Enfin un petit mécanisme d'horlogerie fait, toutes les secondes ou fractions ou multiples de secondes, jaillir une étincelle du traceur de la ligne atmosphérique. Il suffit donc de voir combien de courses et fractions de courses correspondent à l'intervalle de deux de ces étincelles pour avoir la vitesse de rotation des roues motrices.

» On a ainsi, sur le diagramme, tout ce qu'il faut pour obtenir le travail de la vapeur développé, et cela, sans autre peine que d'établir le contact électrique à distance, au moment et pendant le temps où l'on veut avoir les tracés. On voit également que si on laisse fermé le robinet du cylindre de l'indicateur, l'appareil pourra servir encore à constater et enregistrer les vitesses de fonctionnement. »

PHYSIQUE. — *Sur les inconvénients que présente l'emploi d'un câble en fils de cuivre comme conducteur de paratonnerre.* Note de M. R. **Francisque-Michel**, présentée par M. du Moncel.

« Dans le but de diminuer la résistance électrique des conducteurs de paratonnerres, on substitue souvent aux tringles et câbles en fils de fer prescrits par l'Académie des câbles en fils de cuivre. Outre que ce dernier métal, par sa valeur intrinsèque, peut tenter la cupidité d'ouvriers de différents corps d'états travaillant sur les édifices (et l'on a beaucoup d'exemples de vols de cette nature), l'emploi de fils de cuivre câblés ne présente aucune garantie. En effet, sous l'action des courants électriques qui traversent continuellement les conducteurs de paratonnerres, ces fils deviennent aigres et cassants, ce qu'ont pu remarquer bien des fois les physiciens, par exemple, lorsqu'ils ont dévidé un électro-aimant. L'action de l'atmosphère et peut-être aussi celle de la lumière s'ajoutant aux effets électriques et aux vibrations continuelles occasionnées par les vents, le plus grand nombre des fils composant un semblable câble se rompent en divers points, et, au bout de peu de temps, ce conducteur présente une section conductrice totale tout à fait insuffisante pour résister à des décharges électriques un peu intenses (1).

» Ces remarques, que j'ai publiées il y a trois ans, viennent de recevoir une entière confirmation. La croix en fer qui surmonte la chapelle de l'asile d'aliénés Sainte-Anne, à Paris, porte, à son sommet, une pointe de platine; au pied de cette croix et au-dessus d'une boule en fer forgé qui lui sert d'enclave, se trouve un collier en fer forgé d'où part un câble en fils de

(1) Lors des premiers essais qu'il fit en 1854 de son anémographe électrique, M. du Moncel remarqua que les fils qui servaient de conducteurs entre la girouette et l'enregistreur et qui étaient en fil de cuivre de 7 dixièmes de millimètre, avaient pris sous l'influence du passage continu des courants, de l'humidité de l'air, du vent et de la pluie une contexture toute particulière, se rapprochant un peu de celle des minéraux; leur couleur était devenue d'un gris jaunâtre, et en les martelant on les réduisait en poussière.

cuivre qui descend, en les contournant, le long des détails architecturaux, jusqu'au ravalement le long duquel il est continué par un conducteur plein formé de tringles en fer de 15 millimètres de côté, descendant au sol.

» Procédant à des réparations de diverses natures, des ouvriers signalèrent que le conducteur du paratonnerre était coupé, et qu'une longueur d'environ 1 mètre était tombée sur le second toit. Ce fragment fut recueilli, et c'est précisément la partie qui était comprise entre le collier d'attache et le premier support; il contournait par conséquent la sphère servant d'enclave à la croix. La rupture a été déterminée en ces deux points par suite des vibrations très-violentes produites par les vents dans ce point culminant de l'édifice.

» En examinant les fragments ainsi détachés, on trouve, comme je l'avais annoncé, que les fils de cuivre composant le câble présentent en très-grand nombre des cassures très-nettes qui amoindrissent *très-notablement* la section conductrice de ce câble. Je dois faire remarquer ici que son installation ne remonte pas à plus de dix ans.

» De plus, cet échantillon que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie montre à quel point la fabrication courante de ces câbles, tant en cuivre qu'en fer, est défectueuse. En effet, lorsque, pendant l'opération du câblage, une rupture se produit dans un des fils, on se contente de tordre ensemble, pour les *rabouter*, les deux extrémités rompues, sans assurer la conductibilité du joint à l'aide d'une bonne soudure. Le contact ainsi obtenu disparaît au bout de peu de temps par suite de l'oxydation, et, si les fils de cuivre ou de fer sont de mauvaise qualité ou mal recuits (et c'est la majorité des cas), ces pseudo-ligatures, qui sont alors fort nombreuses, rendent la conductibilité du câble tout à fait insuffisante : celle-ci peut même devenir nulle au bout de peu de temps. De tout cela on peut conclure qu'on doit composer les conducteurs de paratonnerres soit de tringles en fer plein assemblées et soudées, soit de fils de fer de fort diamètre, *d'un seul bout*, et en nombre suffisant pour donner au conducteur une section de 350 à 400 millimètres carrés au moins.

» Je dois faire remarquer que les inconvénients ci-dessus signalés ne semblent pas se produire quand on fait usage, comme conducteur, de cuivre en lames, ce qui constitue le meilleur conducteur pour paratonnerres, la propagation de l'électricité à haute tension, dans la période variable, étant fonction non de la section, mais bien de la surface du conducteur. Le Palais de la Bourse, à Paris, porte une couverture en cuivre,

établie depuis fort longtemps, et en communication avec les paratonnerres de cet édifice. Elle est en parfait état de conservation, et sa conductibilité électrique, vérifiée à l'aide des procédés les plus délicats, peut être considérée comme parfaite. »

SACCHARIMÉTRIE. — *De l'influence de certains sels et de la chaux sur les observations saccharimétriques.* Note de M. **A. Müntz.**

« Le sucre de canne dissous dans l'eau possède un pouvoir rotatoire très-voisin de + 67. Ce chiffre a été établi, d'une manière indiscutable, par MM. de Luynes et Girard; il sert de base à la détermination du sucre réel dans les essais saccharimétriques. J'ai observé cependant que ce pouvoir rotatoire était modifié par la présence de certaines substances qui n'ont par elles-mêmes aucune action sur la lumière polarisée ni sur le sucre. Tous les sels alcalins et alcalino-terreux sur lesquels j'ai opéré sont dans ce cas et tous, avec une intensité très-variable, ont pour effet d'abaisser le pouvoir rotatoire du sucre. Les sels métalliques, tels que ceux de zinc et de plomb, ont une action beaucoup moins marquée, quelquefois nulle.

» L'observation saccharimétrique se faisant presque toujours en présence de matières salines, il m'a paru intéressant d'étudier cette action, tant au point de vue de la théorie du phénomène qu'au point de vue des perturbations qu'elle peut apporter dans l'analyse des sucres.

» Un grand nombre de sels, tels que les sulfates de soude, de potasse, d'ammoniaque, de magnésie, les nitrates, acétates des mêmes bases, les phosphates de soude, de potasse, d'ammoniaque, le chlorate, le sulfite et l'hyposulfite de soude, les chlorures de calcium, de magnésium, de baryum, etc., etc., doivent être employés à dose assez forte pour produire un effet marqué. Il faut en introduire jusqu'à 20 ou 30 parties dans 100 de liqueur sucrée pour diminuer le pouvoir rotatoire de 3 ou 4 degrés; quelques-uns, même employés dans ces proportions, ne le diminuent que de 1 ou 2 degrés. D'autres sels, comme le borate, le carbonate de soude, le chlorure de sodium, le carbonate de potasse, etc., ont une influence plus considérable. C'est surtout sur ces derniers qu'ont porté mes observations. J'en rapporte quelques-unes :

» Le pouvoir rotatoire du sucre pris dans les mêmes conditions avec de l'eau pure a été de + 67,0.

1. *Chlorure de sodium.*

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes,	sucre...	5gr	10gr	20gr
et sel........ 2gr,5	pouvoir rotatoire..........	»	66,7	66,7
id. 5	id.	66,1	66,2	66,3
id. 10	id.	65,3	65,3	65,6
id. 20	id.	63,8	63,7	64
id. 25	id.	»	62,8	»

2. *Carbonate de soude* (supposé anhydre).

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes,	sucre	10gr	20gr
et sel........ 2gr,5	pouvoir rotatoire	65,2	»
id. 5	id.	63,8	63,8
id. 10	id.	62,4	62,6
id. 15	id.	60,4	59,8
id. 20	id.	58,5	58,1

» *En examinant ces chiffres ainsi que ceux obtenus avec le sulfate de soude, on observe :*

» 1° *Que le pouvoir rotatoire du sucre de canne en présence d'un sel déterminé est sensiblement constant pour une même quantité de sel dissous dans un même volume de liquide, quel que soit d'ailleurs le rapport du sel au sucre;*

» 2° *Que la diminution du pouvoir rotatoire est jusqu'à un certain point proportionnelle à la quantité de sel dissous.*

» Le borax cependant fait exception à ces règles, ainsi que le montrent les expériences suivantes :

Borate de soude (supposé anhydre).

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes,	sucre...	5gr	10gr	20gr
et sel........ 0gr,5	pouvoir rotatoire..........	»	65,9	»
id. 1	id.	64,7	65,0	»
id. 2	id.	62,7	63,5	»
id. 3	id.	62,1	62,5	64,2
id. 4	id.	»	61,6	»
id. 5	id.	60,8	61,1	63
id. 7	id.	»	»	62,2
id. 7gr,5	id.	»	60,5	»

» L'acétate neutre de plomb, même introduit à la dose de 25 grammes dans 100 centimètres cubes de liqueur sucrée n'a pas modifié la déviation originale du liquide.

» La chaux a sur le sucre une action analogue; mais là on est en pré-

sence d'une véritable combinaison, et il est plus aisé de comprendre qu'une modification du pouvoir rotatoire ait lieu.

La dissolution contient dans 100 centimètres cubes, sucre..... $10^{gr} = 1$ équivalent

et chaux...	$0^{gr},409 = \frac{1}{4}$	équivalent;	pouvoir rotatoire.....	64,4
id.	$0^{gr},818 = \frac{1}{2}$	id.	id.	61,3
id.	$1^{gr},637 = 1$	id.	id.	56,9
id.	$3^{gr},274 = 2$	id.	id.	54,8

» Au point de vue de l'analyse saccharimétrique, ces résultats conduisent à admettre que les sels qui se trouvent dans les sucres bruts faussent l'observation polarimétrique; mais que cependant, dans la plupart des cas, l'erreur résultant de leur présence est si faible qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte; en second lieu qu'il faut proscrire l'emploi du carbonate ou du sulfate de soude employé par certains chimistes pour précipiter dans les liqueurs l'excès du plomb introduit par le sous-acétate; en troisième lieu que l'acétate de plomb, employé même en excès, est sans influence sur la déviation que produit le sucre.

» Quant à la chaux, dont l'action est assez marquée, il est utile d'appeler l'attention sur le rôle qu'elle pourrait jouer dans la fraude. En effet, la chaux introduite dans un sucre brut abaisse la déviation que donnerait le sucre seul, et en même temps augmente la proportion des cendres. Un sucre ainsi fraudé donnerait donc à l'analyse un rendement très-inférieur à son rendement réel et passerait, à tort, dans une classe soumise à des droits moins élevés. La chaux ainsi introduite s'enlèverait avant le raffinage par une opération très-simple, et le sucre reprendrait sa valeur réelle. Cette fraude, d'une exécution facile, pourrait passer inaperçue si l'on n'était prévenu; en effet, au moment de la dissolution du sucre dans l'eau, la chaux, se trouvant à l'état de sucrate soluble, ne laisserait aucun dépôt. On en reconnaîtrait aisément la présence en faisant passer dans la dissolution un courant d'acide carbonique. Le sucre de canne n'est pas le seul sucre dont le pouvoir rotatoire soit modifié par la présence de certains sels; en général ce pouvoir rotatoire est diminué; quelquefois cependant il subit une augmentation. J'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de mes recherches sur ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dérivé de l'éther acétylacétique, l'acide oxypyrotartrique.* Note de M. E. **Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« L'éther acétylacétique est, comme on sait, un corps à fonction mixte à la fois acétone et éther, ce qu'exprime sa formule

$$CH^3 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

» J'ai utilisé la première de ces deux propriétés pour fixer sur lui de l'acide cyanhydrique. Pour arriver à ce but, l'éther a été chauffé avec la moitié de son poids d'acide cyanhydrique anhydre au bain-marie pendant trois jours. Le corps ainsi produit, débarrassé de l'excès d'acide cyanhydrique, a été traité à chaud par l'acide chlorhydrique, qui détermine la formation d'une grande quantité de sel ammoniac. Le liquide se prend alors en une masse qu'on évapore pendant longtemps au bain-marie pour chasser l'acide chlorhydrique. On la reprend ensuite par l'éther; on évapore de nouveau la solution et l'on renouvelle le traitement à l'éther. On obtient ainsi un sirop épais coloré en brun, mais qui peut, par un traitement convenable, être obtenu avec une teinte seulement ambrée. Son mode de formation montre que c'est un acide oxypyrotartrique

$$CH^3 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 + CAzH = CH^3 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2C^2H^5$$

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2C^2H^5 + 2H^2O = CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{COH}} - CH^2 - CO^2H + AzH^3 + C^2H^6O$$

» Je n'ai pu me procurer à l'état cristallisé cet acide, dont je continue l'étude; aussi ai-je jugé inutile d'en faire l'analyse. Les réactions qui font l'objet de cette Communication confirment du reste pleinement la formule que lui assigne son mode de formation.

Neutralise-t-on, en effet, cet acide par l'eau de baryte et porte-t-on à l'ébullition la dissolution du sel formé, on constate un vif dégagement d'acide carbonique en même temps qu'il se fait au sein de la liqueur un dépôt de carbonate de baryte. Il reste en dissolution un sel qui refuse de cristalliser, dont l'acide chlorhydrique sépare un acide soluble dans l'éther et qui cristallise par évaporation dans le vide. Cet acide, purifié d'une matière visqueuse qui le souille, se présente sous la forme de prismes incolores et brillants fusibles à 78 degrés, facilement sublimables et fournissant un sel de zinc dont les propriétés et la composition sont celles de l'acétonate de zinc. L'acide acétonique fond en effet à 79 degrés, d'après M. Markownikof.

Ces acides sont donc identiques. Cette réaction s'explique aisément ainsi qu'il suit :

$$2\left\{\begin{array}{c} CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2}{\overset{|}{C}}OH - \underset{\displaystyle CO^2}{\overset{|}{C}}H^2 \\ \diagdown \; \diagup \\ Ba \end{array}\right\} + H^2O = \left\{\begin{array}{c} CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2}{\overset{|}{C}}OH - CH^3 \end{array}\right\}^2 Ba + CO^2 + CO^3Ba.$$

» L'acide oxypyrotartrique, soumis à l'action de la chaleur, se dédouble d'une façon remarquable. Cette décomposition, qui a lieu surtout vers 220 degrés, donne lieu à un faible dégagement d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Il passe en abondance, à la distillation, un liquide qui commence à bouillir vers 75 degrés. Le point d'ébullition s'élève rapidement et se maintient longtemps entre 214 et 220, température à laquelle passe la majeure partie du produit. Les derniers produits passent vers 260, mais il ne distille plus que très-peu de matière.

» Les premières portions, qui sont peu abondantes, contiennent de l'eau de petites quantités d'un acide dont il sera parlé plus loin, et une certaine quantité d'un corps qui paraît être de l'alcool isopropylique. En effet, desséché sur le carbonate de potasse, ce corps bout vers 78 à 80 degrés, ainsi que l'a indiqué M. Friedel, dans le cas de l'alcool incomplétement desséché. Le phosphore et l'iode le transforment en un iodure qui présente les propriétés de l'iodure d'isopropyle; soumis à l'action de l'acide chromique, il donne de l'acétone facile à combiner au bisulfite de soude; enfin l'odeur et la saveur sont les mêmes. Il paraît donc certain que l'alcool isopropylique prend naissance dans ces circonstances. Cette réaction imprévue s'explique de la manière la plus nette au moyen de l'équation

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{\overset{}{C}}OH - CH^2 - CO^2H = CH^3 - CH.OH - CH^3 + 2CO^2.$$

Quant au composé, qui bout de 210 à 220 degrés, il se compose essentiellement d'anhydride citraconique mêlée de citraconate d'isopropyle. Il forme, en effet, un liquide insoluble dans l'eau, plus dense qu'elle, et s'y dissolvant lentement en abandonnant de petites quantités d'une huile qui n'a pas été examinée. Cette dissolution contient alors une petite quantité d'alcool isopropylique qui empêche l'acide citraconique de cristalliser. Ce dernier a été du reste caractérisé par la formation du sel de baryte, qui a été analysé et comparé au citraconate de baryte, avec lequel il s'est montré absolument identique. J'ai préparé, en outre, à l'aide de cet acide et de l'acide azotique, un acide qui a cristallisé et montré toutes les propriétés de l'acide mésaconique. Quant à la réaction qui donne naissance à l'acide

citraconique, elle pouvait facilement être prévue et s'exprime par l'équation

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}OH} - CH^2 - CO^2H = 2H^2O + CH^3 - \underset{\displaystyle CO}{\underset{|}{C}} = \underset{\displaystyle CO}{\underset{|}{CH}}. \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad \diagdown\ \diagup \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\ \ O \end{array}$$

» Cet acide oxypyrotartrique est peut-être identique à l'acide citramalique préparé par Carius et sur lequel il n'a donné que peu de renseignements. Son nom d'acide oxypyrotartrique indique les relations étroites qui l'unissent à l'acide pyrotartrique ordinaire, relations que mettent en évidence les formules suivantes :

$$\underbrace{CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}OH} - CH^2 - CO^2H}_{\text{Acide oxypyrotartrique.}}, \qquad \underbrace{CH^3 - \underset{\displaystyle CO^2H}{CH} - CH^2 - CO^2H}_{\text{Acide pyrotartrique.}}.$$

» Ce travail a été exécuté dans le laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique. »

CHIMIE. — *Combustion des matières organiques sous la double influence de la chaleur et d'un courant d'oxygène.* Note de M. **D. Loiseau**, présentée par M. Fremy.

« Les expériences dont j'ai l'honneur de soumettre les résultats à l'appréciation de l'Académie des Sciences ont été faites dans le but de rechercher les conditions les plus favorables à la combustion des matières organiques soumises à la double influence de la chaleur et d'un courant d'oxygène.

» Le sucre est la matière organique que j'ai choisie pour faire mes expériences. Le sucre progressivement chauffé donnant successivement naissance à divers produits volatils, puis à un résidu fixe (du carbone), il en résulte que la recherche des moyens de brûler complétement le sucre, sous l'influence de l'oxygène, consiste, en réalité, à déterminer les moyens de brûler complétement des produits volatils et un résidu solide, du carbone.

» Or il résulte des expériences dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant que :

» 1° Pour brûler complétement les produits volatils, il faut opérer cette combustion dans des tubes dont le diamètre intérieur doit être d'autant plus grand que la vitesse de l'oxygène est plus faible.

» 2° Le diamètre des tubes, où l'on opère la combustion du carbone solide, ne paraît pas avoir une grande influence sur les quantités d'acide carbonique obtenu.

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES.	DIAMÈTRES INTÉRIEURS des tubes où l'on opère la combustion du sucre.	DURÉE DE LA COMBUSTION des produits volatils (depuis le moment où le sucre commence à fondre jusqu'au moment où le carbone commence à brûler).	DURÉE DE LA COMBUSTION du carbone.	VITESSE MOYENNE DE L'OXYGÈNE exprimée en bulles à la sortie du tube Geissler (1).		RÉSULTATS DE LA COMBUSTION de 0gr,500 de sucre.	
				Pendant la combustion des produits volatils.	Pendant la combustion du carbone.	Liquide condensé ou retenu par l'acide sulfur.	Gaz absorbés par la dissolution de potasse.
	millimètres.	heures.	minutes.	bulles.	bulles.	gr	gr
1	12	2	65	32	32	0,275	0,734
2	12	2	35	60	60	0,2894	0,7558
3	12	2	20	100	100	0,2897	0,7652
4	15	2	65	32	32	0,2890	0,756
5	15	2	38	60	60	0,2896	0,763
6	15	2	19	100	100	0,2896	0,7665
7	18	2	65	32	32	0,2895	0,758
8	18	2	40	60	60	002900	0,765
9	18	2	20	100	100	0,2897	0,767
10	12	1,30	65	32	32	0,265	0,720
11	15	1,30	65	32	32	0,2885	0,754
12	18	1.30	65	32	32	0,2895	0,756
13	15	1,30	20	160	125	0,2892	0,765
14	18	1,30	20	160	125	0,2897	0,768
15	15	1,30	15	60 à 70	150	0,2895 (2)	0,7750 (2)
16	18	1,30	15	60 à 70	150	0,2898	0,7708
17	18	2	15	60 à 70	150	0,2897	6,7710
18	15	45 min.	15	60 à 70	150	0,2898	0,7718

(1) L'oxygène employé était purifié et desséché en traversant une dissolution de potasse contenue dans un tube de Geissler, puis successivement deux tubes en U contenant : l'un de la potasse caustique concassée, l'autre de la pierre ponce humectée avec de l'acide sulfurique monohydraté.

(2) La combustion complète de 0gr,500 de sucre doit fournir : eau = 0,2895; CO^2 = 0,7718.

» Si l'on observe maintenant que dans les quatorze premières expériences le carbone *était chauffé au rouge pendant que l'oxygène en opérait la combustion*, tandis que, dans les expériences n°s 15, 16, 17 et 18, *le carbone n'était chauffé que quand cela était nécessaire*, soit pour commencer sa combustion, soit pour lui donner suite quand elle cessait, on arrive à cette conclusion :

» 3° Le carbone, de même que les produits volatils, peut être com-

plétement brûlé sous la double influence de la chaleur et d'un courant d'oxygène.

» On peut opérer la combustion des produits volatils dans des tubes dont le diamètre intérieur est de 15 millimètres (et à plus forte raison quand ce diamètre atteint ou dépasse 18 millimètres), alors même que la vitesse du courant d'oxygène n'est que de 30 bulles par minutes (cette vitesse correspond à un débit de 500 centimètres cubes à l'heure). Ce courant d'oxygène est évidemment très-faible, et l'on comprend qu'en augmentant sa vitesse jusqu'à 60 ou 80 bulles par minute on obtienne des résultats dont l'exactitude ne laisse rien à désirer.

» Quant au carbone, il est sûrement transformé en acide carbonique si l'on a soin de le faire brûler sous l'influence d'un courant d'oxygène dont la vitesse correspond à un débit de 1 $\frac{1}{4}$ litre à 1 $\frac{1}{2}$ litre à l'heure, et si on ne le chauffe que quand cela est nécessaire pour commencer sa combustion ou pour lui donner suite lorsqu'elle a cessé.

» En tenant compte des faits précédents, les substances organiques peuêtre brûlées aussi complétement par un courant d'oxygène que sous l'influence simultanée de ce gaz et de l'oxyde de cuivre. »

CHIMIE. — *Métallisation des substances organiques, pour les rendre aptes à recevoir les dépôts galvaniques.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Charles Robin.

« Actuellement, on emploie dans l'industrie, pour rendre conducteurs de l'électricité les corps mauvais conducteurs, la plombagine et les poudres métalliques.

» Toutes les fois qu'il s'est agi de recouvrir des objets délicats ou de métalliser des moules offrant des saillies ou des dépressions très-peu accentuées, on a reconnu que l'application purement mécanique des poudres conductrices impalpables donnait une conductibilité inégale, ou éteignait certains détails figurés importants. C'est pourquoi généralement la métallisation s'opère en réduisant sur l'objet lui-même certains sels métalliques et en particulier les sels d'argent. L'objet est imprégné d'une solution aqueuse ou mieux alcoolique de nitrate d'argent que l'on peut réduire par la lumière solaire, par l'hydrogène, par les hydrogènes phosphoré, sulfuré, arsénié ou par le phosphore. La lumière solaire et l'hydrogène doivent être rejetés pour leur action lente et incomplète. Les hydrogènes arsénié, phosphoré, sulfuré, ont des qualités éminemment toxiques qui doivent les ex-

pulser de la pratique. Reste le phosphore que l'on a conseillé en solution concentrée dans le sulfure de carbone.

» Les vapeurs provenant de cette solution sont essentiellement actives comme agent réducteur. Mais il y a là une source d'inquiétude pour l'industriel qui manie un produit très-dangereux par ses propriétés inflammables.

» Le procédé que nous proposons offre l'avantage d'être plus rapide que le précédent, tout en donnant à l'opérateur la plus entière sécurité. Le nitrate d'argent est réduit à l'aide des vapeurs mercurielles. C'est là une application qui ressort des expériences de M. Merget.

» Le nitrate d'argent qui sert à la métallisation est dissous dans l'alcool méthylique (esprit-de-bois), qui offre sur l'eau l'avantage de s'évaporer rapidement et d'imprégner plus complétement l'objet de nature animale ou végétale qui retient toujours de l'air dans ses cellules. L'alcool ordinaire coûterait davantage et serait un moins bon dissolvant du sel argentique. Une solution à 10 pour 100 suffit géneralement; on ajoute 3 pour 100 d'acide nitrique pour éviter la réduction du nitrate au sein de l'alcool.

» Après une macération plus ou moins longue, suivant les cas, l'objet est égoutté, puis séché à l'aide d'une agitation rapide. Encore légèrement humide, il est mis au-dessus d'une solution saturée de gaz ammoniac. Quelques secondes d'exposition suffisent à la formation d'azotate double d'argent et d'ammoniaque très-facilement réductible. Le dessiccation de l'objet est achevée à une douce température. On fait alors intervenir les vapeurs mercurielles. Une cuvette à double fond reçoit le mercure à sa partie supérieure, et à sa partie inférieure de l'eau est maintenue bouillante à l'aide d'une faible flamme. L'objet, suspendu à peu de distance de la surface mercurielle, est complétement métallisé au bout de quelques minutes. Il est parfois très-brillant sous l'influence de l'amalgamation par excès de vapeurs mercurielles. Avec un peu d'habitude on reconnaît le moment où l'objet peut être porté dans les bains galvanoplastiques.

» Pour satisfaire à toutes les règles de l'hygiène, la cuve à mercure sera établie sous une hotte où seront entraînées les vapeurs.

» Nous avons pu recouvrir d'une couche de cuivre régulière des feuilles, des fleurs, des insectes et autres objets organiques, en employant cette méthode, appelée à rendre à l'industrie de réels services. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action de la digitale comparée à celle des sels biliaires sur le pouls, la tension artérielle, la respiration et la température.* Note de MM. V. **Feltz** et E. **Ritter**, présentée par M. Robin.

« Sur les indications de M. le professeur Bouillaud (*Comptes rendus* du 6 mars 1876), nous avons institué une série d'expériences ayant pour but d'établir le parallèle entre l'action des sels biliaires et celle de la digitale sur les principales fonctions. Nous sommes arrivés aux résultats suivants :

» A. Par les sels biliaires et l'infusion de digitale ($\frac{1}{100}$) administrés à des doses non toxiques, la température baisse environ d'un degré pour les deux substances, la tension artérielle descend de 2 à 3 centimètres de mercure pour les sels biliaires et de 6 à 7 centimètres pour la digitale; la respiration devient irrégulière dans les deux cas sans grands écarts de la normale; le pouls baisse sous l'influence des deux poisons. La seule différence à noter, c'est que, avec la digitale, la descente extrême dure très-peu et est suivie d'une accélération qui peut se maintenir durant vingt-quatre heures; par les sels biliaires, la diminution du nombre des battements se maintient plus longtemps, mais n'est pas suivie d'une précipitation anomale. Les animaux mis sous l'influence des sels biliaires perdent moins de poids que ceux que l'on digitalise; chez les premiers la diminution ne dépasse pas 300 grammes et atteint près de 800 grammes chez les seconds.

» A la suite de section des pneumogastriques et des sympathiques, d'empoisonnement par les sels biliaires et la digitale, le pouls est encore impressionné dans le premier cas et ne l'est nullement dans le second, la température et la respiration continuant à se comporter de même.

» B. Pour les doses toxiques, on ne peut comparer que les cas d'empoisonnement biliaire, où la mort se fait attendre quelques heures, à ceux où l'on administre la digitale à haute dose. Chez les animaux qui meurent par intoxication biliaire, la température et le pouls fléchissent régulièrement jusqu'à la mort; on en peut accuser l'altération morphologique du sang et les hémorrhagies qui en sont les conséquences. Chez les chiens digitalisés à raison de 4 centimètres cubes d'infusion par kilogramme de leur poids, la température baisse progressivement et très-régulièrement de 7 à 8 degrés, les pulsations du pouls diminuent après des oscillations plus ou moins fortes jusqu'à la moitié de leur chiffre normal. La tension artérielle fléchit dès le principe de l'expérience et tombe jusqu'à 3 centimètres de mercure. Il y a

parfois, dans les cas de digitalisation, mort subite ; celle-ci survient toujours à un moment où le pouls est très-accéléré et très-petit sans que la diminution de la tension artérielle et de la température puisse encore faire prévoir l'agonie. On n'observe jamais d'altérations, ni chimiques, ni morphologiques du sang.

» C. Le pouls ne fléchissant pas chez les animaux digitalisés après la section des pneumogastriques et des sympathiques, comme cela a lieu chez les animaux intoxiqués par les sels biliaires, le sang ne présentant nulle altération comparable à celle qui est signalée et démontrée dans les empoisonnements par la bile, l'action sur le tissu musculaire curarisé ou non n'étant pas la même dans les deux cas, nous pouvons conclure que l'effet de la digitale s'exerce bien plus sur le système nerveux que sur le sang ou le tissu musculaire, comme cela a lieu pour les sels biliaires. Le genre de mort tend encore à établir cette différence ; car, dans toutes nos autopsies d'animaux morts par la digitale, nous avons toujours trouvé le cœur en état de relâchement, renfermant à peu de chose près la même quantité de sang dans chaque ventricule. Nous n'avons jamais trouvé de cœur en état de contraction tétanique, comme c'est la règle dans les intoxications biliaires, et toutes les fois que nous avons eu l'occasion d'examiner un cœur peu de temps après la mort, nous avons pu constater par la pile électrique que le muscle cardiaque n'avait pas perdu sa contractilité. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil vasculaire des Trématodes.* Note de M. A. VILLOT.

« Les belles recherches de M. le professeur Blanchard sur l'organisation des Trématodes ont été complétées, dans ces derniers temps, par les investigations de plusieurs naturalistes étrangers. Leuckart, Walter, Stieda, Blumberg et Salensky, mettant à profit les récents perfectionnements du microscope et de la technique histologique, nous ont donné, sur la structure intime de ces Vers, des détails de la plus haute importance. Mais il existe entre les divers auteurs, au point de vue de l'interprétation des faits, des divergences telles, que l'on ne saurait considérer le sujet comme entièrement épuisé.

» Mes observations ont porté sur un beau Distome, ayant jusqu'à $0^m,050$ de long sur $0^m,010$ de large, que l'on n'a trouvé jusqu'ici que dans l'estomac du Requin bouclé (*Echinorhinus spinosus*). C'est le *Distoma Scimna*

de Risso, le *Distomum insigne* de Diesing. Par sa forte taille et la consistance de ses tissus, cette espèce se prêtait mieux que toute autre aux recherches d'anatomie fine, et il m'a été facile, au moyen du procédé de Flemming, d'en obtenir une série de coupes longitudinales et transversales. Ces coupes, colorées ensuite par le picrocarminate d'ammoniaque ou par l'hématoxyline, m'ont permis d'étudier, dans les meilleures conditions, les éléments les plus délicats de l'appareil vasculaire.

» L'appareil vasculaire des Trématodes se divise naturellement en deux parties : l'une centrale, l'autre périphérique. La portion centrale est représentée par une utricule contractile, simple, double ou bifurquée, qui s'étend souvent dans toute la longueur du corps et qui se termine, à l'extrémité postérieure, par le *foramen caudale*. Elle a été décrite et figurée chez un grand nombre d'espèces et peut être considérée maintenant comme parfaitement connue. La portion périphérique, au contraire, est encore aujourd'hui très-controversée. Elle se compose, ainsi qu'on peut s'en convaincre sur mes préparations, d'un réseau capillaire qui pénètre dans toutes les régions du corps. Les vaisseaux déliés qui le constituent forment, en s'anastomosant, de véritables sinus, qui ont quelquefois, chez le *Distoma scimna*, $0^{mm},080$ de long sur $0^{mm},040$ de large. Ces dilatations vasculaires sont distribuées dans toute la masse du parenchyme; mais elles se montrent avec une abondance toute particulière dans la zone moyenne de cette partie du corps. Les plus fortes et les plus faciles à étudier se trouvent dans les ventouses et dans le bulbe œsophagien, entre les fibres musculaires qui forment la charpente de ces organes. Le tissu compacte qui entoure la vésicule séminale externe et le conduit éjaculateur, que l'on désigne dans les descriptions sous le nom tout à fait impropre de *poche du cirrhe*, n'est autre chose qu'une agglomération de ces sinus dans un stroma musculaire. Les derniers observateurs qui se sont occupés de l'organisation des Trématodes ont vu ces vésicules ramifiées si remarquables; mais ils les ont singulièrement interprétées : tous les ont pris pour des cellules. Walter, qui savait fort bien que ces soi-disant cellules appartiennent au réseau vasculaire, les avait comparées aux corpuscules conjonctifs du tissu muqueux de Virchow. Celles qui sont logées dans les ventouses et dans le bulbe œsophagien ont été considérées comme de nature glandulaire par Leuckart, comme de nature nerveuse par Stieda. Telles sont encore les cellules problématiques (*problematische Zellen*) que Salensky a signalées tout récemment dans le parenchyme du *Monostomum foliaceum* (Prud.).

Les ramifications libres du réseau capillaire se terminent, soit dans les téguments, qu'elles criblent de milliers de pores, soit dans l'intestin, dont elles traversent la couche épithéliale. Tous ces vaisseaux ont des parois très-minces, finement granuleuses, et contiennent dans leur intérieur un liquide ordinairement incolore, mais dans lequel se trouvent en suspension des globules réfringents. Ces globules paraissent jaunes à la lumière transmise, d'un blanc laiteux ou crétacé à la lumière réfléchie. L'hématoxyline les colore presque instantanément en bleu ou en violet foncé. Leur composition chimique, d'après Lieberkühn, est analogue à celle de la guanine.

» L'appareil vasculaire des Trématodes, à en juger par ses caractères anatomiques, doit avoir des fonctions multiples. La nature excrémentitielle des globules réfringents, l'accumulation de ces globules dans les sinus et dans l'utricule terminale, leur expulsion par le *foramen caudale* se rapportent évidemment à l'excrétion; la respiration a son siége naturel dans la portion cutanée du réseau capillaire, qui est pourvue de cils vibratiles; l'absorption peut s'accomplir au moyen des fines ramifications qui pénètrent dans l'intestin, et la circulation s'effectuer dans l'ensemble de l'appareil. Ce serait un nouvel exemple de cette tendance au *cumul des fonctions* qui accompagne toujours la dégradation de l'organisme; tendance qui n'est que la contre-partie du principe de la division du travail, si heureusement formulé par M. le professeur H.-Milne Edwards. La simplification de la structure nécessitait ici le mélange du liquide nutritif avec les éléments destinés à être éliminés et la réunion de quatre fonctions, l'absorption, la circulation, la respiration et l'excrétion sur un seul et même système. Le nom d'*appareil excréteur* qu'on lui donne généralement aujourd'hui ne lui convient donc qu'en partie, et il me semble qu'on pourrait le remplacer avec avantage par celui d'*appareil vasculaire,* qui est l'expression d'un fait anatomique indiscutable. »

M. H. **Pellet** adresse une Note sur un procédé de dosage de l'acide sulfurique et des sulfates solubles au moyen des liqueurs titrées. (Extrait.)

« Ce procédé comprend trois opérations distinctes : 1° précipitation de l'acide sulfurique par un excès de chlorure de baryum; 2° précipitation du chlorure de baryum en excès par du chromate jaune de potasse; 3° dosage du chromate de potasse à l'aide des solutions titrées de protochlorure de fer et de permanganate de potasse. »

M. Ch. Rabache adresse une Lettre contenant plusieurs réclamations de priorité.

Les membres de l'Académie qui s'occupent des diverses questions traitées dans cette Communication seront priés de l'examiner.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 22 mai 1876.

(suite.)

Don Miguel Luis Amunategui, candidato a la presidencia de la Republica; por Diego Barros Arana. Santiago, Imp. de *El ferrocarril*, 1875; in-18.

Anuario hidrografico de la Marina de Chile, publicado por la oficina respectiva; año 1. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria de Hacienda presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria de Relaciones esteriores i de Colonizacion presentada al congresso nacional de 1875. Santiago, imp. de la Republica, 1875; in-8°.

Cuenta jeneral de las entradas y gastos fiscales de la Republica de Chile en 1874. Imp. de la Libreria del *Mercurio*, 1875; in-8°.

Memoria de Guerra i Marina presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria del Interior presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875; vol. II. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria del Interior presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875; vol. I. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

Memoria de Justicia, Culto e Instruccion publica, presentada al congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1875. Santiago, Imp. nacional, 1875; in-8°.

(A suivre.)

Mai 1876. **Observations météorologiqu**

Dates.	Baromètre à midi réduit à zéro.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	Thermomètre électrique à 20 mètres.	Actinomètre.	Thermomètres du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	Tension de la vapeur.	État hygrométrique.	Udomètre (à 1m,80).	Évaporomètre.	Électricité atmosphérique.	Ozone en milligrammes par 100 mètres cubes d'air.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm		mg
1	750,5	6,9	11,3	9,1	6,9	-5,4	6,5	10,1	6,6	11,0	//	6,8	91	3,6	0,3	17	1,7
2	56,9	2,1	10,6	6,4	5,1	-7,3	4,9	28,5	4,7	9,5	//	5,7	86	2,6	2,7	103	0,8
3	59,8	2,6	11,7	7,2	6,3	-6,3	6,7	27,2	5,9	9,2	//	5,3	76	0,0	2,5	-107	0,5
4	64,7	2,9	14,5	8,7	8,8	-4,0	9,0	56,5	9,3	9,4	//	4,9	62	//	4,3	142	0,8
5	61,9	3,1	16,8	10,0	9,9	-3,1	10,6	53,7	10,6	10,2	//	4,8	56	//	4,2	301	0,5
6	57,5	5,1	16,9	11,0	10,6	-2,5	11,3	53,5	11,5	11,0	//	5,2	57	//	6,2	18	0,7
7	58,1	5,1	17,5	11,3	11,3	-1,9	11,5	63,5	12,1	11,4	//	4,9	50	//	6,8	399	1,5
8	57,8	3,5	16,7	10,1	9,9	-3,4	10,2	54,8	10,5	11,5	//	4,1	47	//	9,0	-426	0,8
9	56,1	4,0	13,7	8,9	9,5	-3,9	9,6	33,9	9,2	11,1	//	4,7	53	//	6,6	-74	0,5
10	56,0	4,1	15,7	9,9	9,9	-3,5	10,9	41,2	9,0	11,3	//	4,4	51	//	4,7	589	0,7
11	53,9	5,1	17,2	11,2	11,9	-1,6	12,2	61,1	12,7	12,0	//	4,0	41	//	5,9	395	0,5
12	54,5	6,6	16,6	11,6	11,1	-2,5	11,7	42,1	11,6	12,3	//	4,3	46	//	6,4	808	0,7
13	57,5	3,2	12,3	7,8	6,8	-6,8	7,0	39,1	7,5	11,4	//	4,5	62	0,1	5,7	-17	1,3
14	56,2	2,8	14,2	8,5	8,5	-5,2	9,1	45,1	9,5	11,0	//	4,9	61	//	4,6	309	0,4
15	53,8	3,1	16,5	8,8	10,3	-3,5	10,7	54,2	11,8	11,6	//	4,8	55	//	5,7	328	//
16	54,0	7,1	20,8	14,0	13,7	-0,2	13,9	61,3	13,0	12,7	//	5,1	48	//	6,3	589	0,7
17	54,1	8,5	24,0	16,3	16,2	2,2	16,3	59,7	17,9	14,1	//	5,5	43	//	7,4	403	0,6
18	54,9	8,9	22,3	15,6	14,3	0,1	14,4	59,6	16,2	15,0	//	6,1	55	//	8,2	312	0,7
19	55,9	7,0	21,7	14,4	14,1	-0,2	14,4	60,4	15,7	15,2	//	5,9	51	//	7,9	624	0,6
20	59,4	5,4	19,9	12,7	12,5	-1,9	13,1	60,6	14,5	15,3	//	3,4	35	//	8,6	1588	0,7
21	58,9	4,8	22,5	13,7	14,4	-0,1	15,0	60,0	16,6	15,6	//	5,6	49	//	5,9	194	0,5
22	53,7	4,4	23,8	14,1	15,3	0,6	15,5	63,2	16,6	16,0	//	6,5	55	//	5,4	401	1,0
23	53,9	8,3	18,7	13,5	12,0	-2,8	11,9	31,2	12,2	15,4	//	8,3	81	1,9	2,6	18	2,0
24	48,4	7,4	14,6	11,0	10,1	-4,9	10,3	28,7	10,2	14,0	//	8,4	91	4,1	1,1	13	2,5
25	48,5	6,3	16,0	11,2	9,2	-5,9	9,3	26,0	10,8	13,2	//	7,4	83	0,6	1,7	1	1,7
26	51,4	3,7	12,5	8,1	9,6	-5,7	9,3	33,8	10,6	12,4	//	8,1	90	0,7	1,4	3	2,0
27	52,3	8,5	15,5	12,0	11,9	-3,5	11,6	20,3	11,4	12,6	//	9,8	94	0,7	1,1	3	1,3
28	61,1	9,7	20,2	15,0	14,6	-0,9	15,4	36,7	15,2	13,3	//	9,3	77	0,0	2,0	//	0,8
29	60,8	10,5	25,1	17,8	16,7	1,0	17,2	49,5	18,8	15,1	//	9,4	69	//	2,9	//	//
30	58,3	9,4	27,9	18,7	19,4	3,6	19,2	51,2	20,4	16,6	//	9,4	65	//	3,5	-107	0,8
31	57,1	10,4	21,0	15,7	14,2	-1,8	14,6	64,8	15,4	17,3	//	7,3	60	//	5,0	451	0,7

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations.
(8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.
(14) (15) La journée commence et finit à 6 heures du soir : la date étant celle de la dernière observation.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes).				VENTS à 20 mètres.			DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	Direction moyenne	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.			
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
	° ′	° ′				km	kg			
1	17.17,6	65.35,8	1,9329	4,6591	SW puis N	16,6	2,60	WSW puis N	9	Continuellement pluvieux, sauf le soir.
2	18,7	35,9	9338	6616	variable.	11,6	1,27	NW-NE	7	Pluie le jour mêlée parfois de grêle ou neige.
3	19,1	34,8	9342	6590	NNE	18,3	3,16	NE	6	Un peu de grêle et pluie vers le milieu du jour.
4	18,1	34,9	9342	6593	NNE	18,4	3,19	NE	3	»
5	17,1	35,1	9335	6583	NE	16,5	2,56	ENE	2	Rosée le matin.
6	17,6	34,7	9330	6561	NNE	23,8	5,44	NE	2	»
7	17,9	35,2	9332	6580	NE	27,0	6,87	ENE	2	Assez beau, mais rafales.
8	17,7	34,4	9324	6536	NNE	33,4	10,59	NE	0	Assez beau, mais rafales.
9	17,2	34,9	9328	6560	NE	(23,3)	(5,12)	ENE k	9	»
0	17,6	35,8	9329	6591	NE	18,5	3,22	E¼SE	5	»
1	18,6	35,5	9329	6580	ENE	18,8	3,33	WSW k	5	»
2	18,0	35,4	9332	6587	NE	15,5	2,27	NE	6	»
3	16,7	36,7	9328	6613	N	21,1	4,20	NNE	5	Pluie par intervalles avec grêle à 3h40m s.
4	17,9	36,4	9325	6596	NNE	18,9	3,37	NE	4	Abondante rosée le matin.
5	18,5	36,1	9327	6593	NE	19,2	3,47	ENE	2	Très-sec et très-peu de nuages.
6	18,4	35,5	9326	6571	ENE	20,2	3,85	SE à SW k	2	Id. id. Bonne
7	19,0	36,2	9310	6557	ENE	23,4	5,16	ESE	2	Id. id. brise
8	18,7	35,2	9322	6556	NNE	(24,2)	(5,52)	NE à SE	0	Id. id. soutenue.
9	17,9	35,2	9322	6555	NNE	27,1	6,92	N à E	2	Id. id.
0	18,6	34,7	9330	6561	NNE	16,9	2,69	″	0	L'hygromètre descend à 0,17. Très-beau temps.
1	19,1	35,9	9324	6580	NNE puis S	7,9	0,59	″	0	Beau temps.
2	19,8	35,0	9322	6550	SW	18,9	3,37	SW k	7	Couvert le soir et pluvieux.
3	18,5	35,8	9321	6570	WSW	19,0	3,40	W	9	Continuellement pluvieux.
4	17,9	35,2	9340	6599	SW	17,3	2,82	SSW	9	Continuellement pluvieux.
5	* 16,2	36,6	9325	6603	SW-NW	15,0	2,12	W à NW	8	Petites pluies intermittentes le jour.
6	19,8	36,3	″	″	NW	12,7	1,52	WNW	10	Pluies faibles, mais très-fréquentes.
7	18,8	36,5	″	″	WNW	14,7	2,04	W à NW	9	Continuellement pluvieux.
8	19,3	35,9	″	″	NNW	8,6	0,70	NW	8	Abondante rosée le jour.
9	19,0	35,2	″	″	N à W	6,1	0,35	SW	2	Faible rosée le soir.
0	18,0	34,8	″	″	variable.	6,9	0,45	S à W	3	»
1	18,4	34,8	″	″	N	18,0	3,05	NW	1	Assez beau temps.

(18 à 21) * Perturbations.
(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification.
(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(23) Vitesses maxima : les 7 et 8, de 50 à 55 kilomètres; le 19, 44 kilomètres. Les vents régnants de NE ont donné des vitesses oyennes maxima de 34 kilomètres.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Mai 1876).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	′ 12,8	′ 17,4	′ 24,2	′ 23,3	′ 20,4	′ 18,0	′ 15,6	° ′ 17.18,2
Inclinaison »	65° +	36,3	35,8	34,9	34,8	35,1	35,6	35,6	65.35,5
Force magnétique totale (25 jours)	4,+	6598	6565	6541	6551	6574	6595	6586	4,6575
Composante horizontale »	1,+	9328	9320	9321	9324	9330	9333	9329	1,9327
Électricité de tension (29 jours) (1)		385	86	−33	−218	87	571	565	251
Baromètre réduit à 0°		mm 756,57	mm 756,56	mm 756,06	mm 755,63	mm 755,64	mm 756,47	mm 756,69	mm 756,24
Pression de l'air sec		750,34	750,26	750,14	749,82	749,64	750,16	750,45	750,14
Tension de la vapeur en millimètres		6,23	6,30	5,92	5,81	6,00	6,31	6,24	6,10
État hygrométrique		76,5	57,3	47,8	45,4	52,0	64,3	74,2	62,6
Thermomètre du jardin		° 8,08	° 12,68	° 15,11	° 15,61	° 14,14	° 10,97	° 8,43	° 11,44
Thermomètre électrique à 20 mètres		8,96	12,23	14,44	15,19	14,28	11,50	9,13	11,70
Degré actinométrique		37,25	59,28	64,10	55,00	15,26	»	»	46,18
Thermomètre du sol. Surface		8,60	17,80	20,67	19,57	13,15	8,99	6,15	12,14
» à 0m,02 de profondeur		9,85	12,67	15,50	16,69	15,26	13,18	11,58	13,05
» à 0m,10 »		11,32	11,54	12,96	14,46	14,79	14,05	13,04	13,03
» à 0m,20 »		12,31	12,02	12,19	12,86	13,49	13,62	13,33	12,83
» à 0m,30 »		12,46	12,27	12,20	12,40	12,76	13,02	13,01	12,61
» à 1m,00 »		»	»	»	»	»	»	»	»
Udomètre à 1m,80		mm 0,8	mm 0,2	mm 1,1	mm 4,6	mm 5,7	mm 0,8	mm 1,1	mm t. 14,3
Pluie moyenne par heure		0,13	0,07	0,37	1,53	1,90	0,27	0,37	»
Évaporation moyenne par heure (2)		0,08	0,15	0,30	0,34	0,33	0,23	0,15	t. 147,5
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		14,04	16,21	21,37	22,36	20,97	17,74	16,49	17,90
Pression moy. du vent en kilog. par mètre carré		1,83	2,48	4,30	4,71	4,14	2,97	2,56	3,02

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.
	° ′	mm	°	°		° ′	mm	°	°
1h matin	17.15,2	756,54	7,66	8,57	1h soir	17.24,7	755,90	15,40	14,81
2 »	14,8	56,39	6,97	8,14	2 »	24,2	55,75	15,57	15,08
3 »	14,3	56,30	6,51	7,90	3 »	23,3	55,62	15,59	15,18
4 »	13,6	56,33	6,47	7,89	4 »	22,1	55,53	15,40	15,15
5 »	13,0	56,45	6,98	8,25	5 »	21,1	55,51	14,92	14,85
6 »	12,8	56,58	8,08	8,96	6 »	20,4	55,62	14,14	14,28
7 »	13,4	56,67	9,58	9,95	7 »	19,8	55,85	13,12	13,47
8 »	15,0	56,67	11,20	11,11	8 »	18,9	56,15	12,02	12,49
9 »	17,4	56,58	12,69	12,22	9 »	18,0	56,46	10,97	11,50
10 »	20,1	56,41	13,85	13,18	10 »	17,1	56,69	10,05	10,58
11 »	22,6	56,24	14,64	13,93	11 »	16,2	56,76	9,22	9,77
Midi	24,2	56,06	15,11	14,44	Minuit	15,6	56,70	8,43	9,12

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima .... 5°,8 Des maxima .... 17°,7 Moyenne .... 11°,8

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima .... 3°,5 Des maxima .... 30°,4 Moyenne .... 17°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

1876. Mai 1 à 5	° 7,4	Mai 11 à 15	° 9,7	Mai 21 à 25	° 12,2
» 6 à 10	10,2	» 16 à 20	14,2	» 26 à 30	14,4

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28 700.

(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen.